

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Obor N3106

Textilní inženýrství – řízení jakosti

Katedra textilních materiálů

ZNAČENÁ VLÁKNA

Tracer fibres

Bc. Michal Kracík

KTM - 501

Vedoucí práce: Ing. Monika Vyšanská, Ph.D.

Konzultant: Ing. Martin Krula

Počet stran textu: 80

Počet obrázků: 68

Počet tabulek: 6

Počet příloh: 1

Značená vlákna

Anotace:

Diplomová práce je rozčleněna do dvou celků – teoretického a experimentálního.

Hlavním cílem teoretické části je především popis vnitřního uspořádání příze a s ním související existující i alternativní metodiky diagnostiky struktury příze zaměřené na značená vlákna. Následující kapitoly jsou orientovány na viskózní vlákno a proces jejich barvení především z důvodu použití těchto vláken pro experimentální část.

V experimentální části je navrhován laboratorní přístup určený k popisu směrového uspořádání vláken v přízi. Tento přístup vychází z již známé metody pozorování značených vláken v přízi, je ale zaměřen na stanovení vhodného barevného odstínu pro viskózní vlákna (použitá jako značená vlákna) a určení vhodné imerzní kapaliny pro tato vlákna. Pro laboratorní přístup je navrženo a realizováno zařízení, které umožňuje sledovat trajektorii značeného vlákna ze dvou kolmých pohledů. Pomocí posuvného motorizovaného stolku mikroskopu je možné sledovat až cca 5 cm délky příze, což umožňuje analyzovat celou délku vlákna a nejen úseku, jak tomu bylo dříve [1]. V systému obrazové analýzy NIS Elements je provedena analýza obrazů značených vláken a to i vláken se smyčkami, kličkami apod. Na základě zpracování výstupů z obrazové analýzy programem MatLab je vytvořena 3D rekonstrukce vláken. Z vytvořené rekonstrukce vláken je vypočten koeficient zapředení pro 3D zobrazení, dříve pouze z 2D pohledu [2], [3], je vyšetřen průběh charakteristických úhlů α a β , určen poloměr příze a procentuelní zastoupení vláken se smyčkami a háčky.

Tracer fibres

Annotatiton:

Graduation Thesis is divided in two parts – the Theoretical and the Experimental one.

Main goal of the theoretical part is firstly description of yarn inner structure investigation and with its related existing or alternatively used methods of the fiber

assembly description – focused on tracer fibres. Next chapters are focused on the viscose fibres and colour operation especially from reason to use these fibres for experimental part.

In the experimental part there is designed a laboratory approach destined for the yarn inner structure diagnose. This access comes from the known method of observing tracer fibres into yarn, but it is focused on the definition of the proper colour shade to the viscose fibres (used as tracer fibres) and definition of the immersion liquid for these fibres. For laboratory approach there is designed and realised a system, which allows to keep the track of tracer fibres trajectory for two vertical projections. With the use of a sliding motorised microscope stage it is possible to monitor the length of till 5 cm yarn, which allows to analyse the full length fibre and not only the segment, as it has been before [1]. In the system of image analysis NIS Elements there is made an image analysis of tracer fibres and also fibres with loops, nooses etc. Based on the outputs processed from the image analysis there comes a 3D reconstruction of fibres made by the computer programme MatLab. From the model of fibre reconstruction it is calculated a twist coefficient for the 3D projection, before available only from the 2D projection [2], [3], it is examined running of characteristic angles α and β , it is established a semi-diameter of yarn and a percentual representation of fibres with loops and nooses.

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřeby TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce.

V Liberci dne 4.1. 2008

Bc. Michal Kracík

Poděkování

Touto cestou bych chtěl vyslovit poděkování mé vedoucí práce Ing. Monice Vyšanské, Ph.D. nejen za odborné vedení a cenné připomínky při vypracování této diplomové práce, ale především za neuvěřitelnou ochotu, výdrž a morální podporu.

Dále bych chtěl poděkovat mému konzultantovi Ing. Martinovi Krulovi, za cenné připomínky především v kontextu s návrhy a následnou realizací zařízení pro vedení příze. V této souvislosti patří můj velký dík hlavním konstruktérům p. Šámalovi a p. Provazníkovi za celkovou realizaci tohoto zařízení.

V neposlední řadě bych chtěl velice poděkovat mým přátelům, přítelkyni a rodičům za jejich morální podporu a trpělivost, kterou mi poskytovali především v době neúspěchů a nesnází při tvorbě této práce.

Seznam použitých zkratek a symbolů

IŠM	- ideální šroubovicový model
α [°]	- úhel odklonu od (k) ose příze (zároveň charakteristika radiální migrace)
β [°]	- úhel sklonu vláken vůči ose příze (zároveň charakteristika zákrutové migrace)
γ [°]	- úhel odklonu sklonu vláken vůči ose příze
$D_{příze}$ [mm]	- průměr příze
$R_{obecný}$ [mm]	- poloměr vůči ose příze
Z [1/m]	- zákrut příze
S [mm²]	- celková plocha řezných plošek vláken v přízi
S_c [mm²]	- plocha celého průřezu příze
μ [-]	- zaplnění příze
dr [mm]	- délka poloměru krouceného útvaru elementu vlákna
$d\zeta$ [mm]	- délka elementu krouceného útvaru
$d\phi$ [°]	- úhel obtočení osy elementem
t [tex]	- jemnost vlákna
T [tex]	- jemnost příze
n [-]	- index lomu
c [m/s]	- rychlost světla ve vakuu
v [m/s]	- rychlost světla v daném prostředí
l_v [mm]	- délka vlákna
l_p [mm]	- délka průmětu vlákna
ζ_i [mm]	- délka úseku vlákna uvnitř příze v prostorovém průběhu
$\zeta_{p,i}$ [mm]	- délka vlákna uvnitř průmětu „stínu“ příze
K_F [-]	- koeficient zapředení
a [ktex^{2/3} m⁻¹]	- Phrixův zákrutový koeficient
R [-]	- korelační koeficient

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
TEORETICKÁ ČÁST		
2	TEORIE O VNITŘNÍM USPOŘÁDÁNÍ PŘÍZE.....	12
2.1	POJEM VLÁKNO	12
2.2	POJEM PŘÍZE.....	12
2.3	IDEÁLNÍ ŠROUBOVICOVÝ MODEL	12
2.4	MIGRACE VLÁKEN – VYMEZENÍ POJMŮ	13
2.4.1	<i>Složky migrace</i>	<i>14</i>
2.4.2	<i>Migrační charakteristiky</i>	<i>15</i>
2.4.3	<i>Příčiny migrace.....</i>	<i>15</i>
3	EXISTUJÍCÍ A ALTERNATIVNÍ METODIKY PRO ZJIŠŤOVÁNÍ SMĚROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ VLÁKEN.....	19
3.1	POUŽÍVANÉ METODIKY	19
3.1.1	<i>Metoda sekvencí řezů</i>	<i>20</i>
3.1.2	<i>Metoda šikmých řezů.....</i>	<i>21</i>
3.1.3	<i>Metoda značených vláken</i>	<i>21</i>
3.1.3.1	<i>Příze se značenými vlákny.....</i>	<i>21</i>
3.1.3.2	<i>Možnosti zprůhlednění imerzní kapalinou.....</i>	<i>22</i>
3.1.3.2.1	<i>Imerzní kapaliny.....</i>	<i>22</i>
3.1.3.2.2	<i>Lom světla – index lomu</i>	<i>22</i>
3.1.3.2.3	<i>Imerzní kapaliny pro textilní materiály</i>	<i>23</i>
3.1.3.3	<i>Přístroj OMEST</i>	<i>24</i>
3.1.3.4	<i>Alternativní přístroje pro pozorování značených vláken</i>	<i>24</i>
3.1.3.5	<i>Metody vyhodnocování značených vláken</i>	<i>25</i>
3.1.3.5.1	<i>Koeficient zapfedení.....</i>	<i>25</i>
3.1.3.5.2	<i>Vyhodnocování charakteristických úhlů α, β</i>	<i>26</i>
3.1.3.5.3	<i>VSOP – rekonstrukce vlákna.....</i>	<i>27</i>
4	VISKÓZA	29
4.1	HISTORICKÝ VÝVOJ	29
4.2	VÝROBA	29
4.3	VLASTNOSTI	30
4.4	POUŽITÍ.....	31
5	BARVENÍ VLÁKEN.....	32
5.1	PRŮBĚH BARVENÍ VISKÓZOVÝCH VLÁKEN PŘÍMÝMI BARVIVY	32
5.1.1	<i>Vytahovací postup barvení.....</i>	<i>33</i>
5.1.2	<i>Elektrolity (Na_2SO_4, NaCl)</i>	<i>33</i>
5.1.3	<i>Egalizační prostředky.....</i>	<i>33</i>
5.1.4	<i>Závěrečné práce po barvení.....</i>	<i>33</i>
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST		
6	LABORATORNÍ PŘÍSTUP	35
6.1	TEST IMERZNÍ KAPALINY	35
6.2	BARVENÍ VISKÓZOVÝCH VLÁKEN	36
6.2.1	<i>Barvení vzorků barevných odstínů</i>	<i>36</i>

6.2.2	Barvení viskóзовých vláken – značená vlákna	38
6.3	ZAPŘEDENÍ ZNAČENÝCH VISKÓZOVÝCH VLÁKEN	39
6.4	NÁVRHY A REALIZACE VANIČKY S OTOČNOU MECHANIKOU	39
6.4.1	Návrhy zařízení.....	40
6.4.2	Realizace zařízení.....	43
6.4.2.1	Výběr a testování komponent zařízení.....	44
6.4.2.2	Výrobní postup zařízení	46
6.5	TESTY PRO NÁSLEDNÉ PRAKTICKÉ VYUŽITÍ.....	46
6.5.1	Test horního a spodního osvitů	46
6.5.2	Test podkladového materiálu (barva podkladu).....	47
6.5.3	Test hladiny imerzní kapaliny	48
7	METODIKA PRO POZOROVÁNÍ ZNAČENÝCH VLÁKEN V PŘÍZI.....	50
7.1	SNÍMÁNÍ OBRAZŮ PODÉLNÝCH POHLEDŮ NA JEDNODUCHOU PŘÍZI S OBSAHEM ZNAČENÝCH VLÁKEN V SYSTÉMU OBRAZOVÉ ANALÝZY NIS ELEMENTS	50
7.2	ZPRACOVÁNÍ OBRAZŮ PODÉLNÝCH POHLEDŮ JEDNODUCHÉ PŘÍZE S OBSAHEM ZNAČENÝCH VLÁKEN V SYSTÉMU OBRAZOVÉ ANALÝZY NIS ELEMENTS	52
7.3	ZPRACOVÁNÍ OBRAZŮ A DAT PODÉLNÝCH POHLEDŮ JEDNODUCHÉ PŘÍZE S OBSAHEM ZNAČENÝCH VLÁKEN V SYSTÉMU MATLAB.....	55
7.4	TESTOVÁNÍ METODIKY NA 3 ROTOROVÝCH PŘÍZÍCH	57
7.5	VÝSLEDKY ZPRACOVÁNÍ OBRAZŮ A DAT PODÉLNÝCH POHLEDŮ JEDNODUCHÉ PŘÍZE S OBSAHEM ZNAČENÝCH VLÁKEN V SYSTÉMU MATLAB.....	58
7.5.1	3D rekonstrukce vlákna ze dvou kolmých pohledů.....	58
7.5.2	Průběh úhlu α	59
7.5.3	Průběh úhlu β	62
7.5.4	Zhodnocení charakteristických úhlů α a β pro sadu přízí.....	69
7.5.5	Statistické výstupy pro koeficient zapředení.....	70
7.5.6	Statistické výstupy pro poloměr příze	71
7.5.7	Zastoupení vláken se smyčkami a háčky.....	71
8	ZÁVĚR.....	73
	LITERATURA.....	74
	PŘÍLOHA 1	77

1 Úvod

Výroba textilií patří k nejstarším oborům lidské činnosti. Mechanická textilní technologie předstihovala mnohé jiné technické obory ještě na přelomu 19. století. Tradiční technologické postupy nahrazovaly do značné míry poznatky a zkušenosti, které byly v jiných oborech získávány náročnými metodami vědeckého výzkumu.

Představa, že příze není dosti důstojným objektem vědeckého studia, se stala již dávno minulostí, o čemž svědčí rozsáhlé množství studií již z minulého století. V 19. století se již celá řada badatelů zajímala o vlastní strukturu příze, uspořádání a orientaci vláken a především její vliv na konečné vlastnosti příze. Pro směrové uspořádání vláken v přízi existují v podstatě pouze dvě hlavní experimentální metodiky (metoda značených vláken a metoda sekvencí kolmých řezů), které jsou různě modifikovány, upravovány a kombinovány (metoda šikmých řezů). Každá z uvedených metodik má samozřejmě své kladné i záporné stránky, ať už se jedná o časovou náročnost při měření nebo následného zpracování výstupů – dat.

V této souvislosti byla navržena metodika, která je v tomto ohledu jednoduchá, relativně rychlá a umožňovala reálné 3D zobrazení vlákna v přízi. Je nutné zdůraznit, že se v tomto případě nejedná principiálně o žádnou novou metodiku, pouze byla modifikována stávající metoda značených vláken. Příze je snímána na základě sekvence dvou kolmých pohledů a pomocí zkonstruovaného zařízení umožňující pootočení příze. Následně je navržen a zpracován postup pro zpracování kolmých pohledů pomocí obrazové analýzy. Výstupy obrazové analýzy byly na závěr vyhodnoceny systémem MatLab, což umožnilo především vytvoření 3D rekonstrukce trajektorie značeného vlákna v přízi a získání základních charakteristik příze (koeficient zapředení, směrové úhly, poloměr příze, zastoupení vláken se smyčkami a háčky).

TEORETICKÁ ČÁST

2 Teorie o vnitřním uspořádání příze

2.1 Pojem vlákno

Vlákno je historicky velmi starý pojem, intuitivně dobře srozumitelný, ač exaktní definice dosud nebyla podána. Například podle definice Textile Institute citované v [4] je vlákno „hmotná jednotka, charakterizovaná ohebností, jemností a vysokým poměrem délky k tloušťce“. Tutéž definici používá i J.W.S. Hearle [5]. V ČSN [6] se jedná o délkovou textilií, tj. „útvár, jehož jeden rozměr je řádově větší než zbývající dva rozměry, které jsou řádově souměřitelné“, přičemž tyto příčné rozměry „nepřekročí zpravidla 0,1 mm“.

2.2 Pojem příze

Přízí se, ve smyslu normy textilního názvosloví, rozumí určitý druh lineárního vláknenného útvaru ze staplových vláken zpevněných zákrutem.

B. Neckář [7] přízi označuje jako útvar s optimálním kompromisem mezi požadavky na poróznost, měkkost a objemnost na jedné straně a požadavky na trvanlivost i zpracovatelskými požadavky na mechanické vlastnosti na straně druhé.

2.3 Ideální šroubovicový model

Snahy o popis vnitřní struktury příze, která nepochybně ovlivňuje jak geometrické, tak i mechanické vlastnosti přízového tělesa, souvisí s rozvojem spřádacích strojů, jsou datovány od začátku 19. století. První zmínka o zkoumání chování vláken v přízi a návrhu jejího modelu pochází nejspíše od Koechlina, r. 1828, který představuje přízi jako soubor souosých šroubovic vláken vytvořených z výchozího pramínku rovnoběžných vláken [1]. Dále bude pro tuto práci pracovně označován jako ideální šroubovicový model (IŠM).

Úsilí o hlubší poznání příze pokračovalo neztenčenou měrou v 60. letech. Studuje se tvorba příze, vedle zakrucování válce se uplatňuje idea svinování stužky. Podrobněji se analyzuje migrace vláken, vedle koncepce šroubovic vzniká ideální migrační model.

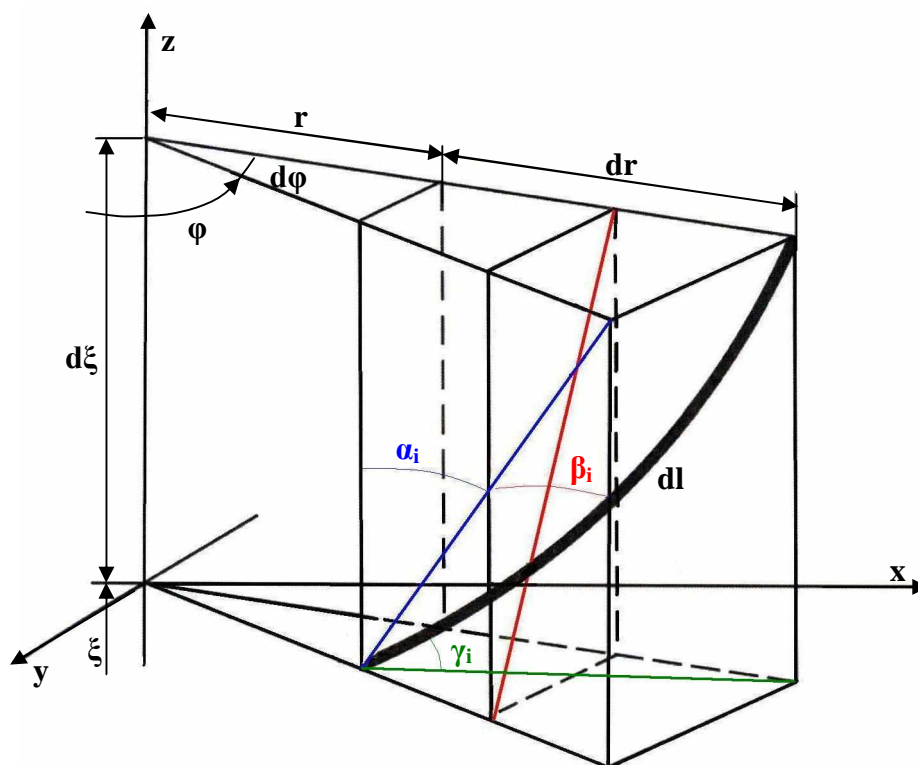
Předpoklady pro ideální šroubovicový model dle [1]:

1. na začátku spřádacího procesu jsou vlákna paralelně uspořádána a jsou nekonečná

2. na konci spřádacího procesu mají vlákna tvar šroubovic se společnou osou – osa příze
3. vlákna leží uvnitř myšleného válce o průměru $D_{příze}$ – průměr příze
4. všechna vlákna mají stejnou výšku závitů ($1/Z$)
5. zaplnění příze $\mu = S/S_c$ (S – plocha řezných plošek vláken v přízi, S_c – plocha celého průřezu příze) je konstantní ve všech místech příze
6. pro úhly α_i a β_i , které definují směrové uspořádání elementu vlákna v přízi (viz obr. 1), platí:

$$dr / d\zeta = 0 \quad (1)$$

$$d\varphi / d\zeta = 2\pi Z = \text{konst.} \quad (2)$$



Obr. 1 - Schéma elementu vlákna popsaného dvěma migračními charakteristikami α_i a β_i [1]

2.4 Migrace vláken – vymezení pojmů

Již v době vzniku prvních modelů souosých šroubovic bylo zřejmé, že tyto modely nezobrazují tvorbu a strukturu zcela reálně. Příze vytvořená ze staplových vláken by se např. musela samovolně rozpadnout. Ve skutečnosti jsou ovšem jednotlivá vlákna vzájemně „propletena“ a díky tomu je výsledný útvar samosvorný.

Samosvornost příze je tedy evidentním faktorem při reálném uspořádání příze a tím vylučuje existenci reálné příze s ideálním souosým šroubovicovým uspořádáním vláken. Podle [1] je zapříčiněna třemi následujícími faktory:

- Ø zákrutem příze
- Ø mezivlákněním třením v přízi
- Ø migrací vláken v přízi

Pro odlišnost křivky reálného vlákna od šroubovice použil poprvé W. E. Morton [8] názvu migrace.

2.4.1 Složky migrace

Jev migrace je možno nejobecněji definovat jako odlišnost prostorových křivek reálných vláken od šroubovice. Na obr. 1 (str. 13) je schéma elementu vlákna popsaného dvěma migračními charakteristikami α_i a β_i . Délka tohoto elementu je označena dl . Body v prostoru jsou popsány válcovými souřadnicemi r (poloměr), φ (úhel) a ζ (osová vzdálenost). U migrujícího vlákna není splněna alespoň jedna z rovnic, které šroubovici popisují (viz kapitola 2.3, vztah 1 - 2).

Jedním ovinem šroubovice vlákna se rozumí obtočení osy o úhel $\varphi = 2\pi$ ($= 360^\circ$). Element tuto osu obtáčí o úhel $d\varphi$, takže jemu příslušný „počet“ ovinů činí $d\varphi/(2\pi)$. Element je vymezen délkou $d\zeta$ krouceného útvaru. Poměr $Z = [d\varphi/(2\pi)]/d\zeta$ je počet ovinů přepočtený na jednotku délky, je to zákrut elementu. Z geometrie je známo, že v případě šroubovice je $d\varphi/d\zeta$, a tedy i Z konstanta; Z je zákrut vlákna. Z předpokladu, že na dané délce krouceného útvaru mají šroubovice všech jeho vláken stejný počet ovinů vyplývá, že Z je dokonce konstanta společná všem vláknům, je to také zákrut příze [1].

Neplatí-li rovnice (1), má vlákno proměnlivou vzdálenost r od osy příze, existuje u něj radiální migrace. Neplatí-li rovnice (2), má vlákno v jednotlivých místech proměnnou hodnotu zákrutu Z a lze hovořit o zákrutové migraci. Obecně je migrace souhrnem obou složek. V ryze radiální či ryze zákrutové migraci se však uvažuje jen složka jediná.

Geometrické vlastnosti vyplývající z migrace je třeba sledovat dvojím způsobem, a to:

- a) na jednotlivých krátkých úsecích vlákních;
- b) na jednotlivých vlákních jako celcích.

Na základě výše uvedeného byly navrženy dvě základní složky migrace:

1. radiální migrace

Ú vzniká díky zákrutové migraci; je-li β menší než odpovídá vztahu,

$$\tan(\beta) = 2\pi R_{obecný} Z \quad (3)$$

(kde β je úhel sklonu vláken, $R_{obecný}$ – poloměr vůči ose příze, zákrut Z),
vlákna jsou ukládána na menší poloměr a naopak

2. zákrutová migrace

Ú vlákna se nemohou ukládat na jednotlivé poloměry dle ideálního šroubovicového modelu, odpovídajícího úhlu β (vznikl by fyzikálně nepřijatelný objem materiálu na daném poloměru), proto jsou ukládána na jiné poloměry s odlišným úhlem β a tak má vlákno v jednotlivých místech proměnnou hodnotu zákrutu Z

2.4.2 Migrační charakteristiky

V předchozí kapitole byly popsány migrační charakteristiky, které přistupují k migraci deterministickým způsobem.

Druhou možností je uvažovat o migraci jako o náhodném procesu, např. [9] Markovovský proces a tvrdí, že výskyt jednotlivých vláken podél osy příze jsou nezávislé Poissonovy náhodné události. Předchozí práce pak využívá k popisu tohoto procesu stejné charakteristiky jako např. Hearle [10], [11] – jako analogii k popisu elektrického proudu, tj.

- *střední pozice vlákna* – koresponduje se stejnosměrným proudem; reprezentuje celkovou tendenci vlákna být blízko povrchu nebo blízko centra příze
- *střední kvadratická odchylka* (amplituda migrace) – koresponduje s amplitudou stejnosměrného proudu; odchylka od střední pozice
- *střední intenzita migrace*
- *perioda migrace* (popř. frekvence migrace) – koresponduje s frekvencí stejnosměrného proudu

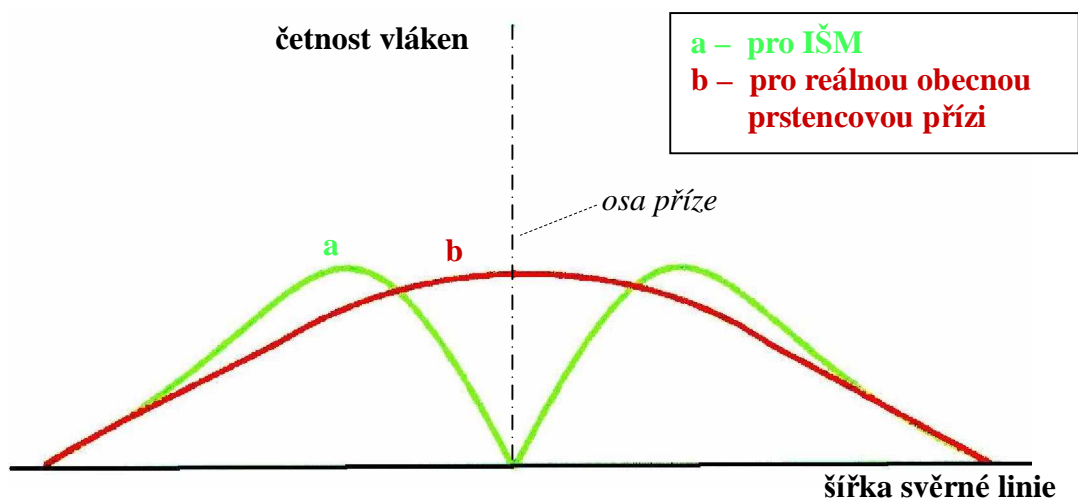
2.4.3 Příčiny migrace

Praktické ovládnutí migračních jevů vyžaduje poznat mechanismy jejich vzniku v procesu tvorby příze. Existují dva základní okruhy příčin vedoucí k migraci. Prvním je orientace vláken ve výchozím pramínku. Pramínek se přetváří v přízi a směrová uspořádanost jeho vláken se zobrazuje v migraci. Lze ji do jisté míry ovlivňovat

procesem tvorby, ve své podstatě je však předurčena použitým pramínkem. Může proto být nazvána vnesenou migrací.

Druhý okruh příčin tvoří vyrovnávací děje probíhající v procesu tvorby. Obvykle vzniká nesoulad mezi dodávanou a potřebnou délkou vláken v jednotlivých místech příze. Mechanismus kompenzace relativního přebytku a nedostatku délky - mechanismus vyrovnávání délky - je zdrojem migrace. Také mezi dodávaným a potřebným objemem vlákenného materiálu vznikají disproporce a vyrovnávání objemů způsobuje rovněž migraci [1].

- Ø Vnesená pravidelná migrace – tato varianta byla pozorována G. J. Ridingem [12], který zakrucoval běžné textilní hedvábí a poté experimentálně analyzoval jeho strukturu. Nalezená migrace byla poměrně pravidelná a její perioda přibližně odpovídala převrácené hodnotě ochranného zákrutu, vloženého do hedvábí při jeho výrobě [1].
- Ø Vnesená náhodná migrace – ze všech migračních mechanismů je u příze většinou nejvýraznější právě tato varianta migrace. Výchozí pramínek totiž nikdy není vytvořen jako svazek dokonale paralelních vláken; jednotlivé vlákenné úseky se od podélného směru více či méně odklánějí. Směrová variabilita je důsledkem náhodných procesů, probíhajících při vzniku pramínků. Přenesením do příze pak vznikne migrace se zřetelně náhodným charakterem. Výchozí směrové uspořádání se ovšem přetvořením pramínku v přízi mění. Příčinou jsou deformace vznikající při kroucení [1].
- Ø Zákrutový trojúhelník – s vnesenou migrací úzce souvisí i počáteční uspořádání vláken v zákrutovém trojúhelníku (týká se přízí klasicky předených), resp. ve svěrné linii výstupního páru válečků průtažného ústrojí, které tvoří základnu zákrutového trojúhelníka. V případě vytvoření ideálního šroubovicového modelu, ovšem s reálným průběhem radiálního zaplnění, by zde vlákna musela být uspořádána asymetricky podle obr. 2 - zelená čára (a), v případě klasických přízí tomu však bývá spíše symetricky (červená čára obr. 2 – b) [1].



Obr. 2 - Schématické znázornění rozložení vláken ve svěrné linii [1]

Ø Vyrovnávání délek – Mortonův mechanismus vyrovnávání délek vychází z idealizovaného výchozího pramínku, který je tvořen paralelními vlákny, jež mají všechna stejnou délku. Přejdem do soustavy šroubovic se jejich délka změní poměrným prodloužením, které závisí na hodnotách seskání, společných všem vláknům, a na zákrutu, ale i na individuálním poloměru každého vlákna v přízi. Ve vnějších vrstvách jsou vlákna napínána, zatímco kolem osy příze se stlačují. V klasické představě šroubovicového modelu se délkové změny realizují deformací samotné hmoty vlákna.

Podle principu minima deformační energie se však vlákna snaží zaujmout jinou, pro ně výhodnější polohu s nižší energetickou hladinou. Vlákna z vnějších oblastí mají tendenci „protlačit“ se na menší poloměry, zatímco vlákna z osově oblasti příze naopak usilují, či se alespoň nebrání vytlačení na poloměry větší. Uskutečňuje-li se tento mechanismus, mění se poloha vlákna – vlákno migruje. Migrační pohyb je však brzděn pasivními odpory okolí. Dochází k němu jen v místech, kde je konfigurace okolních vláken příznivá. Z náhodného charakteru takových konfigurací ve struktuře příze vyplývá i náhodný charakter uvažované migrace [1].

Pramen [11] uvádí následující přehled předpokládaných ovlivňujících parametrů migračního chování vláken v přízi:

Ø Parametry vláken

fyzikální vlastnosti

§ délka

- § jemnost
- § tvar průřezu vlákna
- § koeficient tření
- § materiál

mechanické vlastnosti

- § modul v tahu
- § modul ohybové tuhosti
- § tažnost
- § torzní tuhost

Ø Parametry příze

fyzikální vlastnosti

- § jemnost
- § počet zákrutů v přástu
- § počet zákrutů v konečné přízi

Ø Parametry spřádacího procesu

- § napětí během spřádání
- § průtahové ústrojí (počet průtahových sekcí)
- § geometrie a nastavení stroje

3 Existující a alternativní metodiky pro zjišťování směrového uspořádání vláken

3.1 Používané metodiky

Metody bezprostředního zjišťování délek, ploch, objemů, a úhlů v geometrické struktuře příze tvoří skupinu přímých metod, jejichž podstata využívá nejčastěji optického principu. Pro lidské oko je příze příliš malým útvarem; její struktura může být dobře vyhodnocena jen ze zvětšených obrazů. Podle potřeby se využívá klasického optického mikroskopu i speciálních jednoúčelových zařízení [1].

Snadněji lze získat obrazy vnější struktury, zachycující jen vlákna ve vnějších vrstvách příze. Komplikovanější je pořízení obrazů vnitřní struktury. Vláknem, které prochází vnitřkem příze, je ze všech stran obklopeno ostatními vlákny, a je tedy pro optické pozorování skryto. Aby se dalo takové vlákno sledovat, musí být okolní vlákna nějakým způsobem odstraněna. Odstranění překrývajících vláken lze provést fyzicky, formou řezů nebo výbrusů preparátů, vzniklých zalitím příze do syntetické pryskyřice nebo jiného vhodného materiálu. Jiný způsob spočívá v optickém odstranění překrývajících vláken. V tomto případě je nutno již v začátku technologického procesu předem od ostatního materiálu vhodně opticky odlišit ta vlákna, která budou později v přízi sledována; bývají nazývána značená vlákna. V absorpční variantě se veškerý materiál příze kromě značených vláken „zprůhlední“ vhodnou volbou imerzní kapaliny a druhu záření. V emisní variantě vysílají značená vlákna v přízi takové záření, které dobře proniká okolním materiálem [1].

Získané obrazy vnitřní struktury příze je třeba vyhodnotit. Lze je buď subjektivně posoudit, nebo zobrazené geometrické poměry objektivně proměřit. Objektivní vyhodnocování zvětšených obrazů struktury příze naráželo v minulosti na značné obtíže. Změření jednoho geometrického údaje je poměrně snadné. Pro stanovení podstatných rysů struktury je však nutno získat velké množství údajů z mnoha obrazů příze a tento rozsáhlý soubor dat zpracovat do výsledných hodnot. Při ručním způsobu práce je takový postup časově neobyčejně náročný. Teprve rozvinutá přístrojová technika vybavená automatizačními prvky a navazující výpočetní technika, činí tyto metody ve větší míře prakticky použitelnými [1].

Základním problémem experimentálního zjišťování prostorových křivek vláken v přízi je tedy jejich překrytí ostatními vlákny. V průběhu doby byly vypracovány dva typy postupů, zpřístupňující křivku vlákna přímému optickému pozorování. Prvý z nich je založen na příčných řezech, druhý využívá možnosti zprůhlednění příze imerzní kapalinou [1].

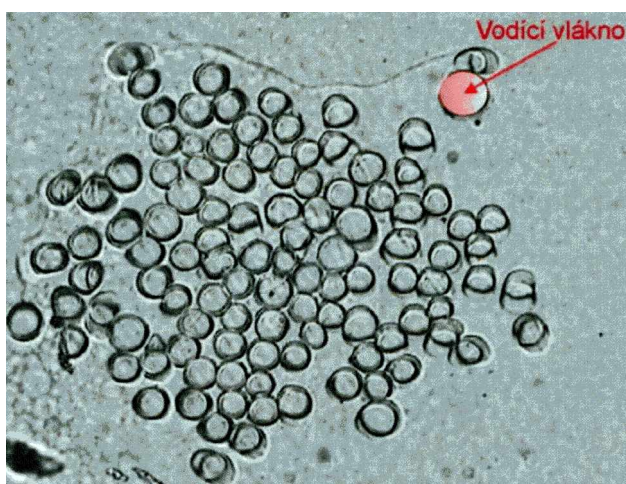
3.1.1 Metoda sekvencí řezů

Metoda sekvencí řezů, tj. metoda posloupnosti příčných řezů je založena na vyhodnocování posloupnosti příčných řezů.

V uvažované metodě se z jednoho vzorku příze pořizuje celá posloupnost za sebou jdoucích příčných řezů, vzdálených navzájem o známou konstantní vzdálenost. V každém řezu se následně určují polohy středů řezných plošek jednotlivých vláken, jež symbolizují průsečíky vláknenných os s řeznou rovinou. Polohy průsečíků se z řezu na řez mění. Jsou-li však dva sousední řezy blízko sebe (tj. konstantní vzdálenost je malá), je tato změna malá a u každého vlákna lze dobře určit, v kterém bodě protíná jeho osa sousední řeznou rovinu. Systematickým přechodem z řezu na řez je postupně možno zrekonstruovat prostorové křivky všech vláken [1].

Tato metoda poskytuje představu o geometrické struktuře příze, vyžaduje však obrovské množství řezů.

Počet řezů lze snížit použitím větší vzdálenosti mezi jednotlivými řezy. Pak se ovšem přechodem z řezu na řez mění obraz do té míry, že se již nedaří přiřadit k sobě řezné



Obr. 3 - Ukázka jednoho řezu ze sekvence řezů [13]

plošky téhož vlákna. Řešení usnadňuje práce s předem označeným (obarveným) vláknem – vodící vlákno, viz obr. 3, přidávaným na počátku tvorby řezů k ostatnímu materiálu. Vodící vlákno je paralelně přiloženo k přízi a následně je takto připravený preparát zalit voskem. Po zatuhnutí vosku je možné provádět jednotlivé řezy.

3.1.2 Metoda šikmých řezů

Tato metoda popisně odpovídá schopnostem metody značených vláken, ovšem charakterově se blíží k metodě sekvencí kolmých řezů. Ze znalostí problematiky kolmých řezů přízí a na základě požadavku pro zkoumání směrového uspořádání vláken v přízi vznikla myšlenka šikmých řezů, které se provádějí pod určitým úhlem k ose přízového tělesa. Šikmý řez umožňuje odečíst souřadnice krajních bodů elips řezných plošek vlákna a z nich odečíst těžiště horního a dolního konce vlákna, tj. konce vláken v horní a dolní řezné rovině.

Pro úspěšnou realizaci šikmého řezu přízí a následné vyčíslení těžiště horního a dolního konce vlákna v tomto řezu je nezbytné stanovit vhodnou velikost úhlu sklonu nože vůči ose příze, tloušťku šikmého řezu a jejich optimální počet, rozhodující pro popis chování vláken v celé sledované přízi.

3.1.3 Metoda značených vláken

Ačkoliv jsou mnohá textilní vlákna vytvořena z opticky čirého materiálu, je z nich vyrobená příze neprůhledná. Světelné paprsky se totiž lámou a rozptylují na rozhraní vlákno-vzduch. Ponoří-li se však taková příze do imerzní kapaliny, jejíž index lomu se shoduje s indexem lomu vláknenného materiálu, vznikne opticky homogenní soustava s průhlednou přízí. Pokud je v pozorovaném místě zapředeno značené (obarvené) vlákno, lze jeho tvar bez ohledu na ostatní (průhledný) materiál dobře sledovat. Tuto metodu poprvé použili při studiu vláken v mykaném pramenu W. E. Morton a R. J. Summers [14].

Na křivku vlákna se nejprve usuzovalo jen z jednoho jejího průmětu. Později bylo možné pořizovat dvojice vzájemně kolmých průmětů a z nich získat všechny informace o prostorovém uložení.

3.1.3.1 Příze se značenými vlákny

Metodou zprůhlednění nelze analyzovat příze z běžné výroby. K výpředu se užívá zvlášť připravený materiál, obsahující malé množství značených, nejlépe tmavě obarvených vláken. Barvením části materiálu je žádoucí dosáhnout co nejhlubšího odstínu. Stálosti vybarvení se prakticky nepožadují. Vlastnosti vláken by však neměly být barvicím postupem narušeny. Je proto výhodné pracovat s nižšími teplotami a materiál pro zachování třecích vlastností lehce avivovat.

V přízi jemnosti T z vláken jemnosti t by měl podíl černé komponenty činit asi:

$$40t [\text{tex}] / T [\text{tex}] \dots\dots\dots v \% \quad (4)$$

Při větším množství se objevují příliš často shluky černých vláken, které nelze dobře analyzovat. Menší množství způsobuje vznik zbytečně dlouhých úseků příze bez značeného vlákna.

Podstatný vliv má stejnoměrné rozmístění a dokonalé ojednocení značených vláken. Osvědčil se následující postup [1]:

1. Připravit směs vložek v poměru 80% bílého a 20% černého materiálu.
2. Směs předložit mykacímu stroji a vzniklou pavučinu odebrat v plné šíři.
3. Pavučinu přiložit na rouno předkládané mykacímu stroji a obvyklým postupem vyrobit přízi.

Je vhodné provést nejprve malý kontrolní výpřed. Pokud je koncentrace černých vláken příliš vysoká, lze ji snížit dublováním s bílými prameny na posukovacích strojích.

3.1.3.2 Možnosti zprůhlednění imerzní kapalinou

3.1.3.2.1 Imerzní kapaliny

Imerzní kapalina je kapalina s indexem lomu (n) větším než 1. Touto kapalinou může být např.: olej (např. cedrový olej $n = 1,515$), glycerin či metylsalicilát apod. [15]. Dle [16] má slovo „imerze“ význam ponoření či vnoření tj. ponoření či vnoření do určité kapaliny s indexem lomu (n) větším než 1.

3.1.3.2.2 Lom světla – index lomu

Lom světla [17] je optický jev, ke kterému dochází na rozhraní dvou prostředí, kterými světlo prochází. Je důsledkem různých rychlostí šíření světla v různých prostředích a kromě světla platí pro veškeré elektromagnetické záření.

Zpomalení světla oproti jeho rychlosti ve vakuu popisuje index lomu n :

$$n = \frac{c}{v}, \quad (5)$$

kde c je rychlost světla ve vakuu a v rychlost světla v daném prostředí. Samotný lom světla na rozhraní dvou prostředí lze popsat v rámci geometrické optiky pomocí Snellova zákona.

Když světlo přechází z jednoho materiálu do jiného, jeho frekvence zůstává stejná, ale mění se vlnová délka. Protože index lomu závisí u většiny látek i na frekvenci světla, můžeme díky lomu na rozhraních bílé světlo rozkládat na jeho barevné složky, například pomocí hranolu. Obdobně duha vzniká v důsledku lomu slunečního záření na vodních kapkách v atmosféře.

3.1.3.2.3 Imerzní kapaliny pro textilní materiály

Imerzní kapalinou se zprůhlední jen příze vyrobené z opticky stejnorodých materiálů. Orientační hodnoty indexů lomů některých vláken a kapalin podle [18] jsou uvedeny v následující tab. 1:

Tabulka 1 - Indexy lomu vybraných vláken a imerzních kapalin [18]

MATERIÁL		Index lomu ¹
vlákno	bavlna	1,532
	vlna	1,547
	len	1,528
	viskózové	1,519 až 1,523
	polyamidové	1,526
	polyesterové	1,537
imerze	furfurol	1,526
	chlorbenzen	1,525
	metyl jodistý	1,529
	benzyl cianistý	1,521
	metylsalicilát	1,538
	benzaldehyd	1,545

Problémy při zprůhlednění přinášejí opticky cizorodé příměsi, které obraz znejasňují i zcela zatemňují. Vyskytují se u vláken přírodních i chemických. Některé z nich je možno odstranit vhodnou preparací přízových vzorků. Například tuky, vosky, pektiny a ostatní látky obsažené na vláknech bavlny se odstraní buď preparací v chloridu

¹ Ve směru kolmém k podélné ose vlákna.

zinečnatém podle [19], nebo postupy podobným merceraci (poté se ovšem zčásti naruší původní uspořádání vláken v přízi). Úspěšné bývají i extrakce v organických rozpouštědlech. V chemických vláknech je neodstranitelnou cizorodou látkou zejména matovací prostředek. Dobře je možno analyzovat příze z vláken lesklých. Zprůhlednit většinou nelze příze polyesterové; příčinou je výrazný dvojlom polyesterových vláken. Také směšové příze způsobují mnohdy značné problémy.

Jinak velmi efektivní metoda zprůhlednění je tedy značně omezena optickými vlastnostmi použitého materiálu. Nejlepší výsledky dává u lesklých vláken viskózových a polyamidových.

3.1.3.3 Přístroj OMEST

Podle ideje A. Stejskala a J. Kašpárka [20] zkonstruoval A. Stejskal [21] optický přístroj OMEST, umožňující pozorovat dvojici kolmých průmětů značeného vlákna na principu zprůhlednění příze v imerzní kapalině. Jádrem zařízení je kyveta vytvořená z ocelové trubky čtvercového průřezu s vyfrézovanými podélnými otvory. V otvorech jsou vlepeny skleněné průzory, jimiž lze ve dvou kolmých směrech pozorovat úsek příze, umístěný v ose kyvety. Tato kyveta je připevněna k vaničce s převíjecími cívkami. Z cívky se příze odvíjí, prochází osou kyvety a mimo zorné pole se vrací zpět na druhou cívku. Kyveta a spodní část vaničky jsou naplněny imerzní kapalinou. Optická část přístroje zobrazuje kolmé průměty pozorovaného úseku příze buď v 20-ti násobném zvětšení vedle sebe na matnici, nebo v 2,5-násobném zvětšení na filmový negativ.

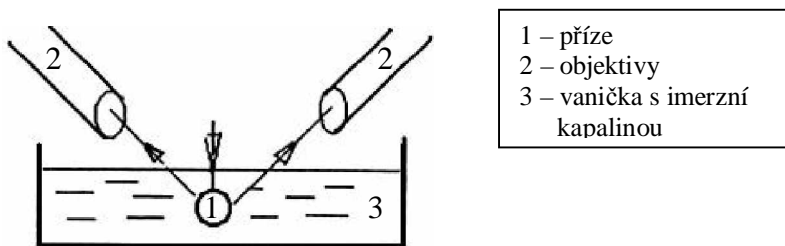
Převíjením příze za současného sledování obrazů na matnici se nalezne místo obsahující značené vlákno. Poté se pohyb příze zastaví a průměty se vyhodnotí buď přímo z matnice, nebo se zaznamenají na filmový negativ. Zařízení umožňuje pracovat podle potřeby s normálním nebo polarizovaným světlem.

3.1.3.4 Alternativní přístroje pro pozorování značených vláken

Jako alternativní způsoby pro pozorování dvojice kolmých průmětů značeného vlákna na principu zprůhlednění příze v imerzní kapalině lze označit celou řadu modifikací pozorování pomocí pohyblivého stolku nebo objektivu mikroskopu s kamerou. V této souvislosti se nabízí několik alternativ [22], [23]:

1. První možností je pozorování značených vláken pomocí dvojice objektivů, viz obr. 4. Tato dvojice objektivů je upevněna ve vzájemně kolmém postavení a obě současně snímají přízi se značenými vlákny. Tímto způsobem je současně získána trajektorie značeného vlákna v přízi v daném pohledu. Pro možnost pozorování celého průběhu trajektorie vlákna musí docházet k pohybu ve směru osy příze. Tento pohyb je zabezpečen:

- a) Pohybem motorizovaného stolku, na kterém je připevněna vanička s imerzní kapalinou do které je příze navedena.
- b) Pohybem dvojice vzájemně kolmých objektivů.



Obr. 4 - Pozorování značených vláken pomocí dvojice objektivů [23]

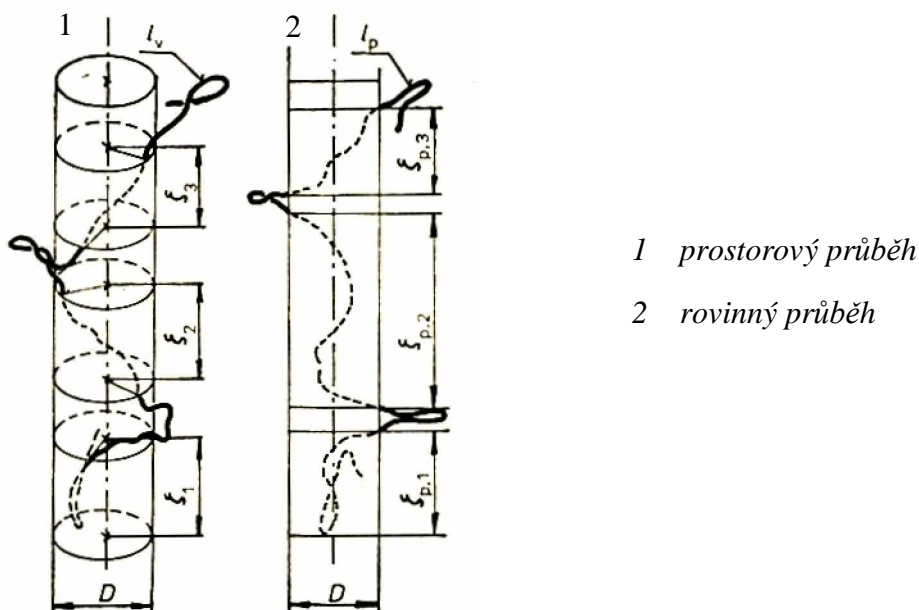
2. Další možností pozorování dvojice kolmých průmětů je pozorování pomocí jednoho pohyblivého objektivu. Celý princip je shodný jako v předchozím uvedeném principu, rozdíl je pouze v počtu objektivů. Tento pohyblivý objektiv nejprve snímá trajektorii vlákna v jednom pohledu a následně po pootočení snímá pohled kolmý. Pro pozorování celého průběhu trajektorie vlákna musí docházet k pohybu ve směru osy příze. Tento pohyb je shodný jako ve výše uvedeném principu (viz bod 1a a 1b).

3.1.3.5 Metody vyhodnocování značených vláken

3.1.3.5.1 Koeficient zapředení

Vlákno délky l_v zaujímá v přízi složitou křivku. Plně vytažené kličky, smyčky a odstávající konce ležící ve vnější oblasti se nepodílejí na některých vlastnostech příze (např. na pevnosti). Ani čárkovaně znázorněné části sevřené ve vnitřní oblasti se však neuplatňují ve vlastnostech v plné míře, viz obr. 5. Zdvojené konce, uzlíky i prosté zešíkmení snižují míru využití vlákna v přízi. Vhodnou charakteristikou vlákna může být poměr součtu osových průmětů částí ležících ve vnitřní oblasti příze a celkové délky l_v vlákna.

J. Kašpárek navrhl zjednodušenou variantu takové charakteristiky vycházející jen z obrazu jednoho průmětu [2], [3] a nazval ji koeficientem zapředení.



Obr. 5 - Průběh vlákna v přízi z hlediska koeficientu zapředení [1]

Místo skutečné délky l_v vlákna se užívá délka l_p jeho průmětu. Místo hodnoty ζ_i (délka úseku vlákna uvnitř příze v prostorovém průběhu) se zjišťují délky $\zeta_{p,i}$, v nichž leží průměty úseků vlákna uvnitř průmětu „stínu“ příze. Pro koeficient zapředení platí vztah:

$$\text{pro 2D} \quad K_F = \sum_i \xi_{p,i} / l_p, \quad (6)$$

$$\text{pro 3D} \quad K_F = \sum_i \xi_i / l_v. \quad (7)$$

3.1.3.5.2 Vyhodnocování charakteristických úhlů α, β

Základní vztahy použité pro vyhodnocování charakteristických úhlů α, β můžeme nejlépe ukázat rozborem jednoho velmi malého úseku vlákna v přízi. Na obr. 1 (kapitola 2.3, str. 13) je jeden takový element vlákna. Úhly, které svírá element vlákna s hranami jsou označeny jako α, β, γ .

Pro úhel α tj. úhel odklonu od (k) ose příze (zároveň charakteristika radiální migrace) platí:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dr}{d\xi}. \quad (8)$$

Podobně pro úhel β tj. úhel sklonu vláken vůči ose příze (zároveň charakteristika zákrutové migrace) platí:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{rd\varphi}{d\xi}. \quad (9)$$

Doplňujícím úhlem je úhel γ , pro který platí:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{dr}{rd\varphi} \quad (9)$$

a zároveň z rovnice (8) a (9) lze odvodit vztah:

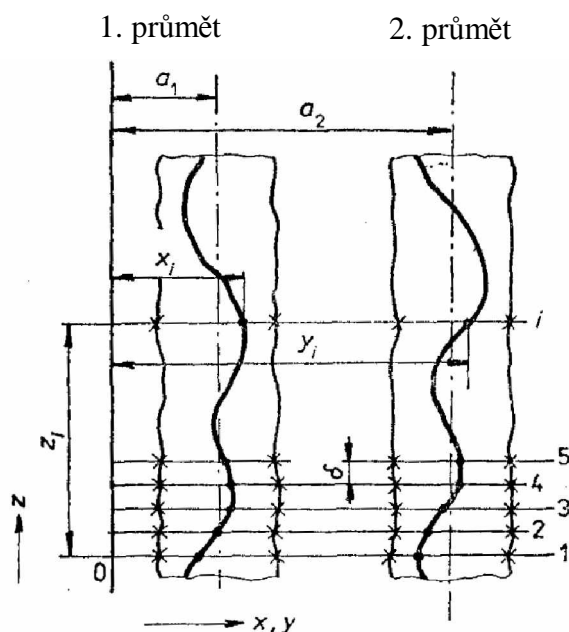
$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}. \quad (10)$$

Odtud je zřejmé, že pouze 2 úhly (α , β) jsou nezávislé a definují směr vlákenného úseku. Zbývajících úhel γ lze vypočítat z rovnice (8) a (9).

3.1.3.5.3 VSOP – rekonstrukce vlákna

Metoda pracuje se značenými vlákny; dvojice jejich kolmých průmětů se zaznamenávají na filmový negativ v přístroji Omest – viz stat' 3.1.3.3.

Pro vlastní vyhodnocení je možné použít jen značená vlákna či jejich úseky, vyskytující se ve sledované přízi osamoceně.



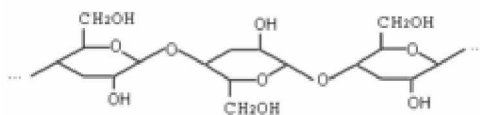
Obr. 6 – Vyhodnocení záznamu z přístroje Omest [1]

Filmový negativ se dvěma vzájemně kolmými průměty značeného vlákna je promítán na matnici projekčního zařízení v poloze, v níž průměty leží rovnoběžně s osou z matnice, viz obr. 6. Kolmice k ose z , vzájemně vzdálené o konstantu δ ,

symbolizují myšlené příčné řezy příze. i -tá kolmice protíná první průmět značeného vlákna ve vzdálenosti x_i a druhý průmět ve vzdálenosti y_i od osy z . Od prvního řezu je vzdálena $z_i = (i-1) \delta$. Trojice souřadnic (x_i, y_i, z_i) určuje polohu jednoho bodu značeného vlákna v prostoru. Užitím soustavy kolmic se popsaným způsobem nalézají množina bodů, které charakterizují prostorový průběh křivky značeného vlákna v souřadnicích x, y, z matnice. Tyto body jsou následně převedeny do soustavy válcových souřadnic r, φ, ζ [1].

4 Viskóza

Celulóza jako základní surovina pro výrobu viskózy je přírodní polymer, tedy organická sloučenina s molekulovým řetězcem, viz obr. 7. Viskóza se získává regenerací celulózy.



Obr. 7 - Zjednodušený vzorec molekuly celulózy [24]

4.1 Historický vývoj

Začátkem 20. století přišla první viskózová vlákna na trh jako (podstatně levnější) náhrada za přírodní hedvábí a později za bavlnu a vlnu.

V obou světových válkách byl blokován dovoz všech důležitých textilních materiálů do Evropy a viskózová vlákna zůstala jako téměř jediná surovina pro textilní průmysl.

Koncem 60. let minulého století dosáhla světová produkce tohoto vlákna asi 3,5 milionu tun a výroba se drží s menšími odchylkami na této výši dodnes. V roce 2005 byly zaznamenány 3,3 miliony tun vláken, z toho asi 85 % stříže [24].

4.2 Výroba

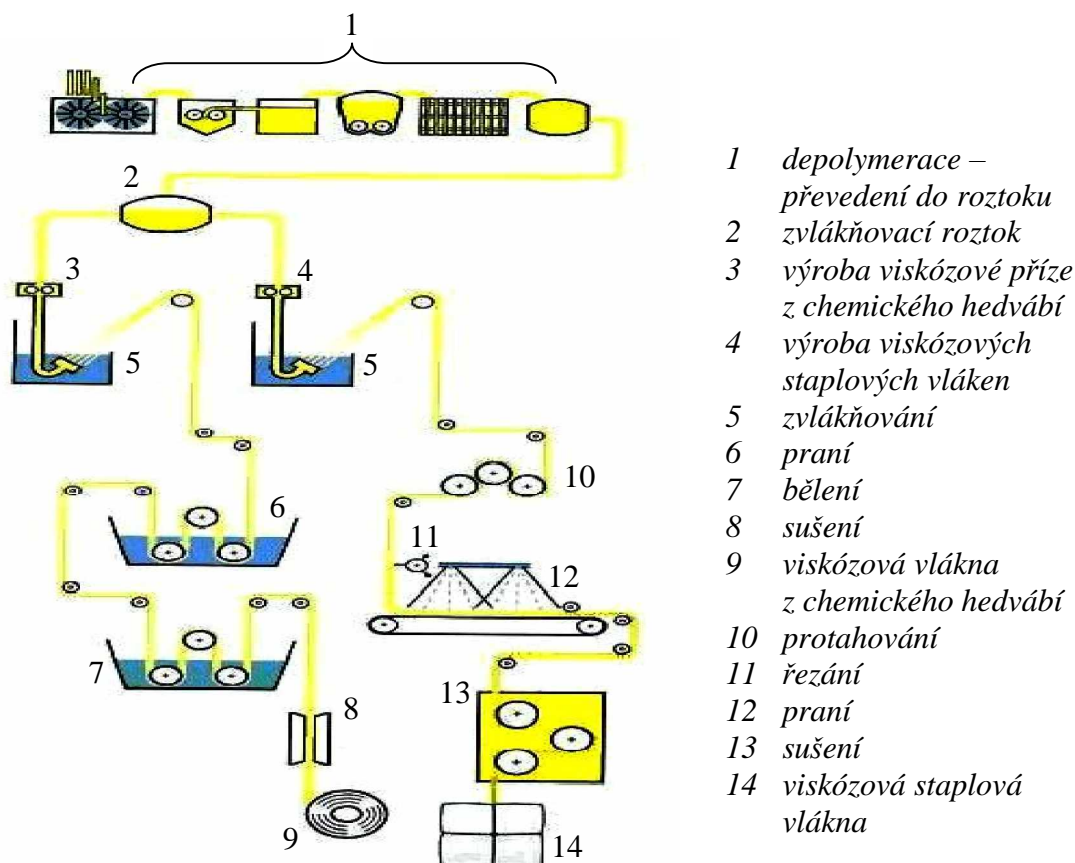
Celulóza je sice obsažena v buněčných stěnách každé rostliny, k rentabilní výrobě viskózy se však hodí jen určité druhy dřeva. Buk nebo smrk obsahují jen 6% celulózy, výhodnější je například (rychleji rostoucí) pinie.

K výrobě 1 tuny vlákna je zapotřebí cca. 6 cbm dřeva a 2 tuny chemikálií [24].

Působením hydroxidu sodného na celulózu vznikne alkaliceulóza, ta se sulfiduje sirouhlíkem a vzniká xanthogenát celulózy. Xanthogenát se rozpouští v hydroxidu sodném, vzniká viskóza, viz obr. 8.

(Po zrání a filtraci) se viskóza zvláknňuje v lázni z kyseliny sírové a síranu zinečnatého, vláknenná hmota prochází tryskami (jejichž velikostí je určena jemnost hotového vlákna).

Vlákno se v plastickém stavu dlouží, případně chemicky upravuje nebo stříhá na určitou staplovou délku.



Obr. 8 - Schéma výroby viskózy z celulózy [25]

Viskóзова vlákna se dodávají jako hedvábí nebo stříž, lesklá, matovaná, barvená nebo bělená ve hmotě v jemnostech a délce (u stříže) podle účelu použití.

Vedle základního typu vlákna se vyrábí modifikované druhy, např. vysoce pevné [24].

4.3 Vlastnosti

Obyčejné viskóзовé vlákno dosahuje v suchém stavu jen asi 80-90% pevnosti bavlny a za mokra klesá na polovinu vlastní hodnoty.

Modifikované druhy viskózy se vyrábí až s dvojnásobnou pevností oproti bavlně a tato klesá v mokrému stavu jen asi o 25%.

Výrobky z viskóзовého vlákna mají příjemný omak, dobrou savost a (ve směsích s jinými vlákny a v závislosti na struktuře tkaniny) nemačkovost. Při vyšších teplotách se však snadno sráží a nejsou odolné proti biologickým vlivům.

S barvením běžnými prostředky (i ve vlákenné hmotě) a bělením nejsou u viskózy žádné problémy.

Za průměrnou bavlnu se často platí dvojnásobek a za vlnu čtyřnásobek ceny obyčejných viskóзовých vláken [24].

4.4 Použití

Viskózové hedvábí se používá u všech výrobků, které mají mít vlastnosti podobné přírodnímu hedvábí a nesmějí být příliš drahé. Jsou to zejména tkaniny na halenky, šatovky a podšívkovina.

Viskózová stříž se snadno mísí s bavlnou, vlnou nebo syntetickými vlákny. Příze se nejčastěji používá k výrobě tkanin na (krátkodobě) módní vrchní ošacení. Hlavní důvod (mimo nižších nákladů) je líbivý lesk, který viskóza výrobkům dodává. Jestliže však podíl tohoto vlákna ve směsi přesahuje 30 %, kalhoty nebo sako se velmi rychle opotřebí.

U modifikovaných druhů viskózových vláken jsou tyto nedostatky téměř zcela odstraněny a i směsi s vyšším obsahem viskózy jsou vhodné pro vrchní ošacení [24].

5 Barvení vláken

Podstatou barvení je přechod z jedné fáze (barvivo) do druhé fáze, tj. do vlákna, zejména do jeho méně orientovaných (amorfních) částí. Zde se bobtnáním vlákna zvětšují póry, kudy pronikají molekuly barviva dovnitř.

Vzájemné vztahy mezi barvivem a textilním materiálem jsou charakterizovány především substantivitou (schopnost barviv vybarvovat), afinitou (schopnost vláken přijímat barviva) a kinetikou barvení (rychlost barvení).

Viskózová vlákna vycházejí z vláknařské výroby čistá a bílá, a proto jejich předúprava pro barvení je ve srovnání s přírodními celulosovými vlákny podstatně jednodušší. Musí se odstranit nečistoty, které na vláknech během zpracování náhodně ulpěly (prach, mastící prostředky, mazací oleje apod.). Jedním z hlavních úkolů předúpravy je odsíření viskózového vlákna, poněvadž zbytky síry ze zvláknovacího procesu způsobují při barvení poškození barviv a dále při skladování textilních výrobků jsou příčinou žloutnutí celulosy a také ztráty pevnosti.

Důležité je i odstranění, resp. zmírnění možnosti pruhování vláken, což se docílí louhováním. Předúprava těchto materiálů spočívá v předpraní horkou, mírně alkalickou lázní, čímž se odstraní zbytky síry. Je-li třeba viskózové hedvábí a stříž bělit, pracuje se s velmi nízkými koncentracemi bělicích prostředků (NaClO , H_2O_2 , NaClO_2). V případě bělení peroxidem vodíku se hedvábí současně dokonale odsíří. Viskózové hedvábí a stříž se barví stejnými barvivy a v podstatě stejnými technologiemi jako přírodní celulosová vlákna [26].

Viskóza se barví prakticky ve všech formách zpracování, a to diskontinuálně, polokontinuálně i kontinuálně. Barvení se provádí zejména těmito technologickými skupinami barviv [26]:

- Přímá
- Sírná
- Kypová

5.1 Průběh barvení viskózových vláken přímými barvivy

Tato barviva jsou dobře rozpustná ve vodě a mají silnou afinitu k viskózovým vláknům. Na počátku barvicího pochodu probíhá adsorpce, tj. ukládání částic barviva z lázně na povrchu vlákna. Brzy po začátku adsorpce dochází k difúzi barviva z povrchu vlákna do jeho nitra, přičemž částičky barviva pronikají do kapilárních pórů a kanálků,

které se zbobtnáním vlákna ve vodě rozšířily. Již v počáteční fázi barvicího pochodu probíhají adsorpce i difúze současně. Difúze ovšem pomaleji než adsorpce, takže je nutno během barvicího procesu počítat s delším časem k proniknutí barviva do vlákna.

V další fázi dochází k upevňování barviva ve vlákně. Toto upevňování není způsobeno chemickou vazbou mezi barvivem a vláknem, nýbrž mnohem slabšími přitažlivými silami mezi molekulami celulózy a barviva [26].

5.1.1 Vytahovací postup barvení

Tyto způsoby barvení patří dnes již ke klasickým postupům barvení. Barvicí lázeň obsahuje vedle rozpuštěného barviva:

5 až 20%	peroxodisíranu sodného nebo chloridu sodného
0,5 až 2%	uhličitanu sodného bezvodého

Počáteční teplota barvení je 40 až 50°C, lázeň se zvolna přivede k teplotě 80-85°C a barví se cca 60 minut [26].

5.1.2 Elektrolity (Na_2SO_4 , NaCl)

Zvyšují rychlost barvení tím, že udržují v lázni co největší podíl molekul barviv ve formě jednoduchých nedisociovaných molekul, které rychle difundují do vlákna a upevňují se [26].

5.1.3 Egalizační prostředky

Ke zlepšení probarvení i egalizace napomáhá přísada 0,5 až 1 ml l⁻¹ egalizačních prostředků (např. Synferolu AH extra, Slovatonu O nebo Alfonalu K) [26].

5.1.4 Závěrečné práce po barvení

Po barvení se textilie odvodní a pak se důkladně vypírá teplou a studenou vodou, až prací voda zůstává nezabarvená. Po praní následuje opět dokonalé odvodnění, vlákenný materiál se odstředí, odsaje nebo vyždímá a následně se suší [26].

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

6 Laboratorní přístup

Chceme-li zkoumat migraci, směrové uspořádání vláken v přízovém tělese, je nutné znát dráhu daného vlákna, která bude vypovídat o jeho směru. Abychom mohli tuto dráhu vlákna pozorovat a následně vytvořit 3D rekonstrukci uspořádání vlákna v přízi, je nezbytné uskutečnit několik předchozích kroků. Testovat imerzní kapaliny, získat obarvená značená vlákna a tato vlákna zapříst a v neposlední řadě navrhnout a realizovat zařízení pro pozorování značených vláken.

6.1 Test imerzní kapaliny

Pro možnost pozorování značených vláken v přízi byly testovány některé imerzní kapaliny. Cílem těchto testů bylo nalezení kapalin, které svými vlastnostmi splňují základní požadavek – zprůhlednění příze. V této souvislosti se vycházelo z tabulky 1 (str. 23) a byla hledána vhodná kapalina, jejíž index lomu se blíží hodnotě indexu lomu viskóзовých vláken. Na obr. 9 – 12 jsou výsledky některých testů imerzních kapalin.



Obr. 9 - Benzen



Obr. 10 - Xylen



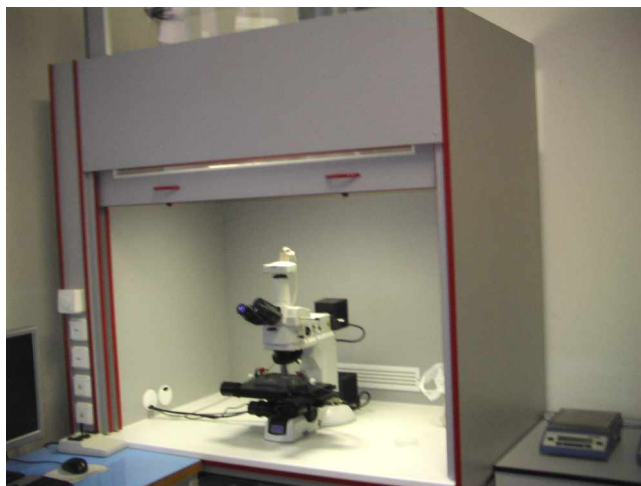
Obr. 11 - Chlorbenzen



Obr. 12 - Metylsalicilát

Na základě provedených testů bylo provedeno vizuální vyhodnocení a jako nejvhodnější imerzní kapalina pro pozorování značených vláken ve viskóзовé přízi byl vybrán metylsalicilát, obr. 12.

Při testování imerzních kapalin i následného experimentálního měření byla použita digestoř, pro zajištění odsávání nepříjemného zápachu a nežádoucích účinků (dráždění sliznice – kašel, pálení očí, nevolnost a bolesti hlavy), viz obr. 13.



Obr. 13 – Digestor pro testování imerzních kapalin a experimentální měření

6.2 Barvení viskóзовých vláken

Lesklá viskózová vlákna, která jsme měli k dispozici, bylo nezbytné nejprve obarvit a tím dosáhnout jednoho z hlavních cílů – získat značená vlákna. Vláknenný viskózový materiál byl proto nejprve rozdělen a bylo vytvořeno 6 vzorků chomáček vláken, u kterých byl proveden test vhodnosti použitého barevného odstínu.

6.2.1 Barvení vzorků barevných odstínů

Z vláknenného materiálu bylo naváženo 6 vzorků o hmotnosti 1g. Dále bylo vybráno 6 barevných odstínů přímých barviv:

- Saturnová šed' LRN
- Saturnová námořnická modř LFG
- Saturnová modř L-3R
- Saturnová violet' L4B
- Saturnová červeň F3B
- Saturnová červeň F4B

Tato barviva byla navážena na hmotnost 1g a byla doplněna vodou o teplotě 30°C do objemu 200ml.

Dle rámcového předpisu bylo nezbytné připravit dále smáčedlo. V našem případě bylo použito smáčedlo Alfonal K, kterého bylo naváženo 10g a následně bylo toto množství doplněno do objemu 0,5 l vody.

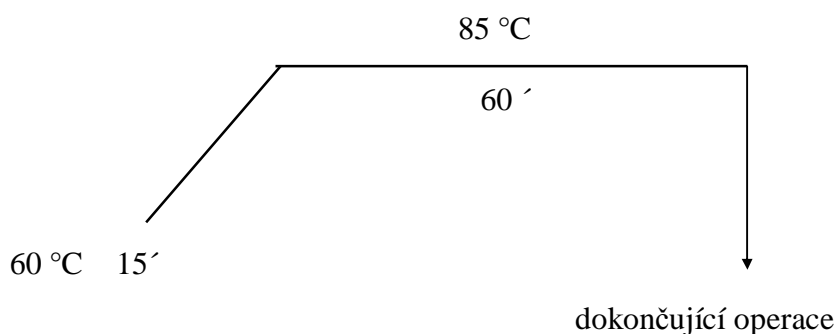
Předpis pro barvicí lázně:

20 ml	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$
10 ml	barviva
2,5 ml	smáčedla Alfonal K
17,5 ml	voda

poměr lázně (p. l.) = 1 : 50

celkový objem lázně = 50 ml

Podle výše uvedeného předpisu bylo připraveno 6 barvicích lázní s různými barvivy. Připravený navážený vlákenný materiál byl vložen do barvicích lázní a za studena míchán 5 minut. Následně byly barvicí lázně vloženy do vodní lázně a zahřívány dle schématu, viz obr. 14.



Obr. 14 – Schéma průběhu barvení vzorků v závislosti na čase

Při barvení musely být barvené vzorky ponořeny v barvicích lázních a muselo být s nimi mícháno! Zároveň byla kontrolována teplota lázně prostřednictvím teploměru.

Po barvení bylo provedeno praní pod tekoucí studenou vodou za účelem odstranění zbytků barvicí lázně z vlákenného materiálu. Praní bylo prováděno tak dlouho, až prací voda zůstávala nezabarvená. Vzorky byly následně sušeny v sušárně při teplotě cca 40 °C, sušené vzorky byly podloženy čistým bílým papírem.

Po usušení byla provedena vizuální analýza vzorků vláken o vhodnosti použitých barviv, viz obr. 15 – 20. Některá vlákna ze vzorků byla ručně „zapředena“ do neobarveného vlákenného materiálu pro dosažení imitace příze a následně byla obarvená značená vlákna pozorována pod mikroskopem v imerzní kapalině, obr. 21.



Obr. 15 - Saturnová šed' LRN



Obr. 16 - Saturnová námořnická modř



Obr. 17 - Saturnová modř L-3R



Obr. 18 - Saturnová violet



Obr. 19 - Saturnová červen F3B



Obr. 20 - Saturnová červen F4B

Na základě této analýzy byla zvolena jako nejvhodnější barevný odstín saturnová šed' LRN (obr. 15). Hlavním důvodem pro toto rozhodnutí bylo dosažení největšího kontrastu při pozorování v imerzní kapalině mezi obarveným značeným vláknem a ostatním tělem příze.



Obr. 21 - Ručně zapředená značená vlákna (saturnová šed' LRN)

6.2.2 Barvení viskózových vláken – značená vlákna

Pro přípravu značených vláken bylo použito 400g vlákenného materiálu. K dispozici byla lesklá viskózová vlákna Viskocel, $t = 1,7$ dtex, $l_v = 38$ mm, BTE/Brigit 610029. Tato vlákna byla obarvena na základě výsledků výše uvedeného testu vhodnosti použitého barevného odstínu.

Poměr barvicí lázně byl zvolen 1:20, tj. 400 g vlákenného materiálu bylo barveno v barvicí lázni o objemu 8 l.

Předpis pro barvicí lázeň:

160 g	Na_2SO_4
8 g	saturnová šed' LRN – 200%
8 g	smáčedla Alfonal K
8 l	voda

poměr lázně (p. l.) = 1 : 20

celkový objem lázně = 8 l

Postup barvení byl shodný jako v případě barvení vzorků (viz 6.2.1).

6.3 Zapředení značených viskóзовých vláken

Označená viskózová vlákna, která byla obarvena výše uvedeným způsobem, bylo nezbytné následně zapříst do klasických přízových těles. V tomto případě bylo využito spolupráce s Výzkumným ústavem bavlnářským v Ústí nad Orlicí, který dle definovaných požadavků značená viskózová vlákna zapředel a vytvořil 3 různá rotorová přízová tělesa, která se lišila pouze zákrutovým koeficientem, viz tab. 2.

Tabulka 2 - Přehled vypředených přízí se značenými vlákny

Viskocel 1,7/38 BTE/Bright 610029		
	Zákrutový koeficient [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	podíl značených vláken v %
1.	50	1,5
2.	60	1,5
3.	70	1,5

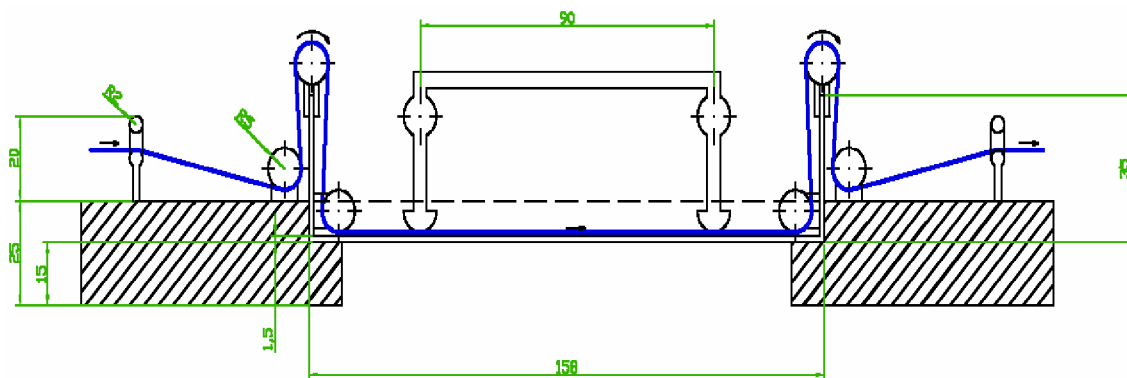
6.4 Návrhy a realizace vaničky s otočnou mechanikou

Aby bylo možné pozorovat značená vlákna v přízi a následně vytvořit 3D rekonstrukci trajektorie značeného vlákna bylo nezbytné navrhnout a vytvořit takové zařízení, které by splňovalo několik základních požadavků:

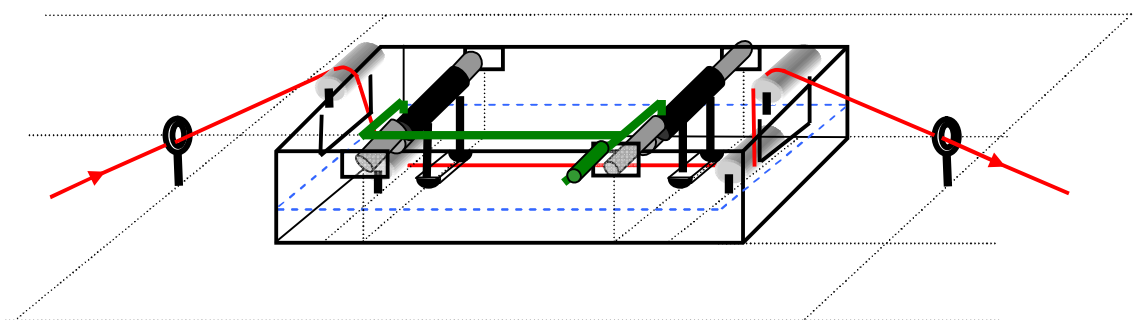
1. rozměrové charakteristiky musí odpovídat možnostem motorizovaného stolku a mikroskopu
2. součástí zařízení je otočná mechanika umožňující pootočení příze o 90° při zachování stále stejné osy příze
3. odolnost vůči zvolené imerzní kapalině
4. zajištění dostatečného narovnání příze
5. možnost využití horního i spodního osvětlení příze
6. jednoduchost a snadná obsluha zařízení laborantem

6.4.1 Návrhy zařízení

Na základě výše uvedených požadavků bylo navrženo postupně několik návrhů, které byly následně modifikovány a upravovány až po vytvoření a realizaci prvního prototypu zařízení pro pozorování značených vláken v přízi.



Obr. 22 - Princip pootočení příze třením přítlačných válečků a podkladové destičky

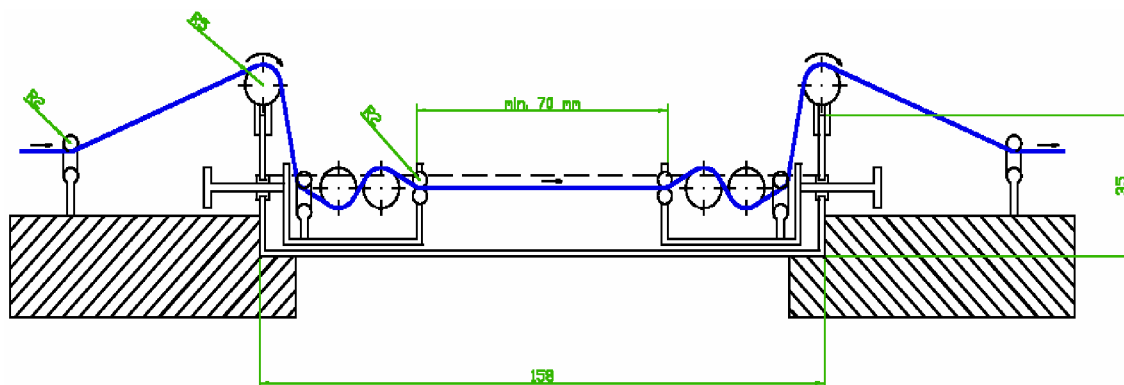


Obr. 23 - Princip pootočení příze třením přítlačných válečků a podkladové destičky

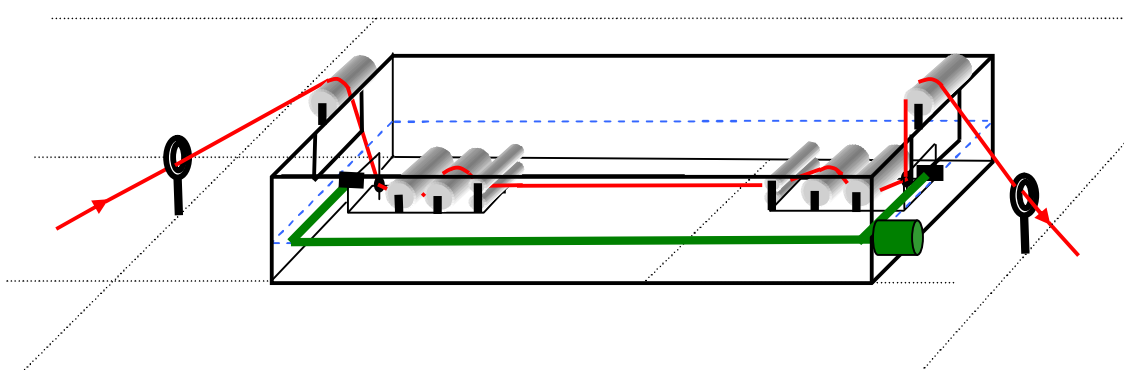
Na obr. 22 a 23 je znázorněno zařízení využívající principu pootočení příze třením přítlačných válečků a podkladové destičky, mezi kterými je navedena příze. Tento návrh ovšem nebylo možné realizovat z několika důvodů:

1. není dodržen požadavek na zachování stále stejné osy příze i po otočení příze o 90°
2. není možné přesně definovat úhel pootočení o 90°

Na základě těchto zjištění bylo navrženo další zařízení, které již splňovalo stanovené požadavky a stalo se základem pro vytvoření konečného návrhu.



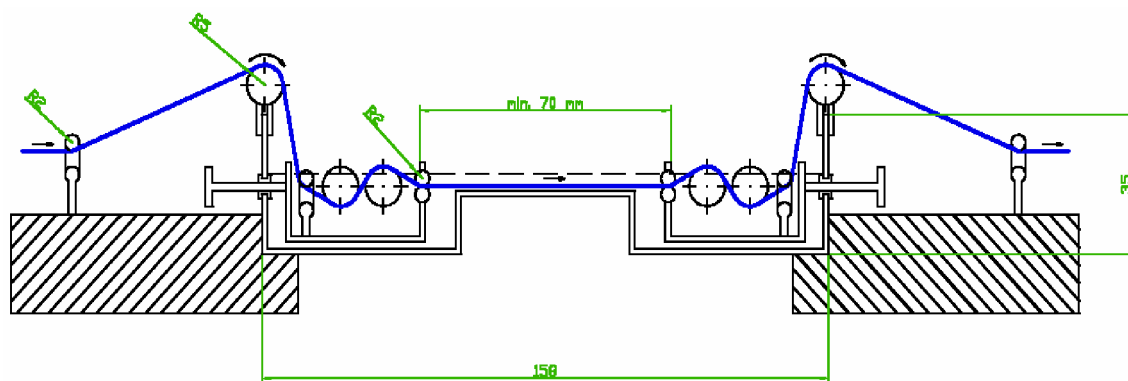
Obr. 24 - Zařízení s otočnou kladkou s dvojicí vodících a přitlačných válečků



Obr. 25 - Zařízení s otočnou kladkou s dvojicí vodících a přitlačných válečků

Na obr. 24 a 25 je schéma zařízení využívající k pootočení příze o 90° na obou stranách vaničky otočnou kladku s dvojicí vodících válečků na které navazuje dvojice přitlačných válečků zajišťujících fixaci příze při pootočení. Tento návrh z hlediska funkčnosti již splňoval stanovené požadavky, přesto se z hlediska konstrukce jeví jako složitý a nepraktický především pro manipulaci při navádění příze do otočných elementů. Další nevýhodou tohoto zařízení je vzhledem k velikostem vaničky vysoká spotřeba (náročnost) na množství imerzní kapaliny.

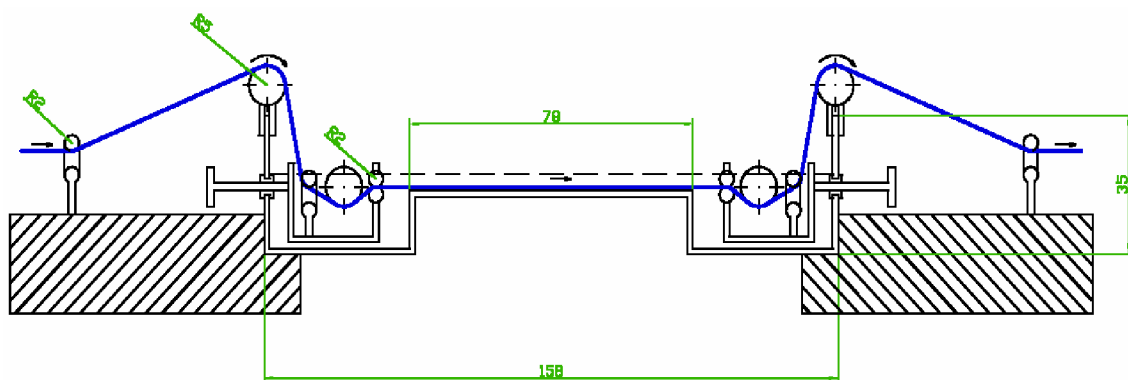
Na obr. 26 je znázorněno schéma zařízení, které redukuje požadované množství kapaliny ve vaničce vytvořením dvou postranních kapes a středového stolu, čímž se vytvoří dvojúrovňové dno vaničky.



Obr. 26 - Zařízení pro redukci imerzní kapaliny

Tato varianta zařízení na jednu stranu redukuje množství potřebné imerzní kapaliny, ale neřeší problematiku zhoršené manipulace pro navedení příze do otočných elementů.

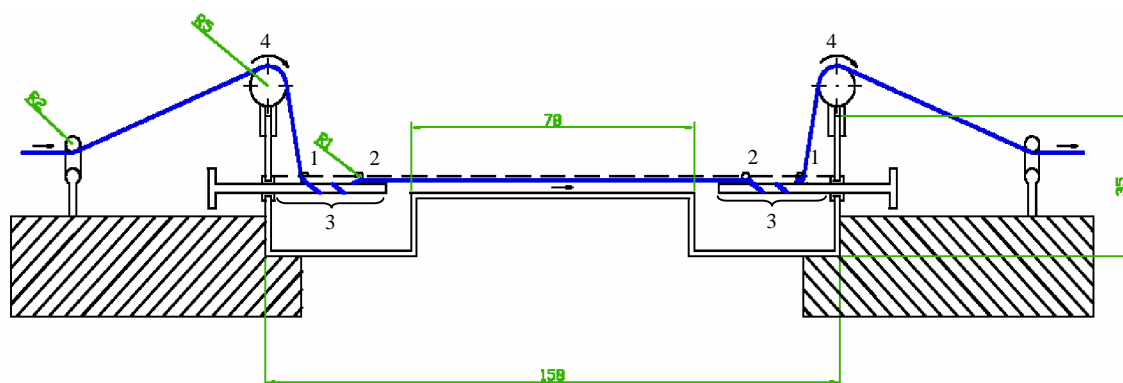
Na obr. 27 je již znatelné zjednodušení celého otočného elementu a to o jeden vodící váleček na každé straně kladky. Přesto bylo snahou vytvořit takový funkční otočný mechanismus, který by byl z hlediska následné konstrukce velice snadno realizovatelný.



Obr. 27 - Zařízení s jedním vodícím a dvojicí přítlačných válečků

Na základě těchto poznatků byl vytvořen návrh, který již plně odpovídal všem definovaným požadavkům.

Na obr. 28 je znázorněno schéma zařízení, ve kterém již byly odstraněny nejen všechny vodící válečky otočného mechanismu, ale také dvojice přítlačných válečků zajišťující fixaci příze. Celý otočný mechanismus je nově vybaven pouze dvojicí vodících oček (na obr. 28 označeno číslicí 1) a dvojicí vodících korálků s velmi malým vnitřním průměrem pro zajištění stálosti osy vedení příze (na obr. 28 označeno číslicí 2).



Obr. 28 - Zařízení s otočnými rameny a vodícími očky

K tomu, aby bylo možné zajistit stálost osy příze i při pootočení o požadovaný úhel 90° bylo nutné vychýlit osu otočného ramene o poloměr použitého korálku umístěného vždy na konci obou ramen (na obr. 28 označeno číslicí 3).

Pro zajištění dostatečného napětí příze bylo použito dvojice brzdíček a to po jedné vždy na každé straně vaničky (na obr. 28 označeno číslicí 4).

Pro funkčnost celého mechanismu a možnost pootočení příze o definovaný úhel je nezbytné správné navedení příze. Příze je vedena přes brzdíčku (4) do vodícího oka (1) a dále do vodícího korálku (2) umístěného vždy na konci otočného ramene (3). Na tomto otočném rameni není ovšem příze vedena přímo, ale je kolem ramene dvakrát obtočena. Obtočení je vždy v úseku mezi vodícím okem (1) a vodícím korálkem (2). Právě toto obtočení příze kolem ramene v souvislosti s napnutím příze zajišťující dvojice brzdíček (4) umožňuje zafixování příze a pootočení o požadovaný úhel při zachování stále stejné osy vedení příze.

6.4.2 Realizace zařízení

V souvislosti s vytvořeným návrhem zařízení na pozorování značených vláken v přízi byla následně provedena realizace a výroba tohoto zařízení dle obr. 28.

Při realizaci bylo nejen nezbytné přesně dodržet rozměrové charakteristiky zařízení (délka, šířka, výška), ale také přesnost pro uchycení otočných ramen s požadovaných úhlem vychýlení osy o poloměr použitého korálku.

Dalším nezbytným krokem před konstrukcí prototypu bylo určení materiálového složení jednotlivých komponent zařízení.

6.4.2.1 Výběr a testování komponent zařízení

Pro pozorování značených viskóзовých vláken v přízi byla vybrána jako imerzní kapalina metylsalicilát (viz bod 6.1).

Materiálové složení jednotlivých komponent zařízení proto muselo splňovat také jeden ze základních požadavků a to odolnost a stálost materiálu při dlouhodobém působení této kapaliny.

Složení zařízení (vaničky):

- plášť (stěny)
- dno
- otočná ramena
- vodící očka
- vodící korálky
- těsnění
- spojovací materiály (tmely, silikony, lepidla)

Pro výše uvedené jednotlivé části zařízení byly zvoleny některé vhodné materiály a ty byly následně testovány v kontextu s odolností a stálostí při působení methylsalicylátu.

Plášť (stěny): pro stěny zařízení bylo testováno několik možných materiálů:

1. měděný plech (tloušťka 1 mm)
2. hliníkový plech (tloušťka 1 mm)
3. nerezový plech (tloušťka 0,8 mm)
4. chemicky odolný nerezový plech (tloušťka 1,2 mm)

Vzorky jednotlivých materiálů byly vystaveny intenzivnímu působení metylsalicilátu po dobu 72 hodin a následně byla provedena vizuální analýza těchto vzorků. U žádného vzorku nebyla pozorována žádná změna povrchu, změna zabarvení povrchu, výskyt a tvorba povrchových defektů apod.

Na základě těchto výsledků a zároveň doporučení odborné poradkyně paní Vlasty Fiedler ze společnosti Pronon, s.r.o., byl pro stěny zařízení použit chemicky odolný nerezový plech (tloušťka 1,2 mm).

Dno: z výše uvedeného požadavku na možnost využití horního i spodního osvětlení přístroje bylo vybráno jako dno zařízení sklo. Pro původní skleněné dno bylo vybráno sklo o tloušťce 2 mm. V průběhu výroby zařízení a především v průběhu následného testování celého zařízení při měření a pozorování značených vláken v přízi se však ukázalo, že takovéto dno je velice křehké a málo odolné a pro běžné využití téměř nepoužitelné. Z tohoto důvodu bylo následně přistoupeno k výměně skleněného dna a bylo použito sklo o tloušťce 4 mm. Tloušťka tohoto skla se osvědčila a nebylo nutné dno zařízení již měnit.

Otočná ramena: vzhledem k nerezovému opláštění zařízení byl pro otočná ramena zvolen shodný materiál. Ramena jsou zhotovena z chemicky odolného nerezového drátu o průměru 2 mm. Aby byla zajištěna funkčnost těchto ramen tj. přístroj se při otočení a následném napnutí při pootočení neprosmekávala, byla tato otočná ramena zdrsňena brusným papírem.

Vodící očka: chemicky odolný nerezový drát o průměru 1 mm.

Vodící korálky: skleněné korálky od společnosti Jablonex, a.s., s vnitřním otvorem o průměru 0,5 – 0,6 mm.

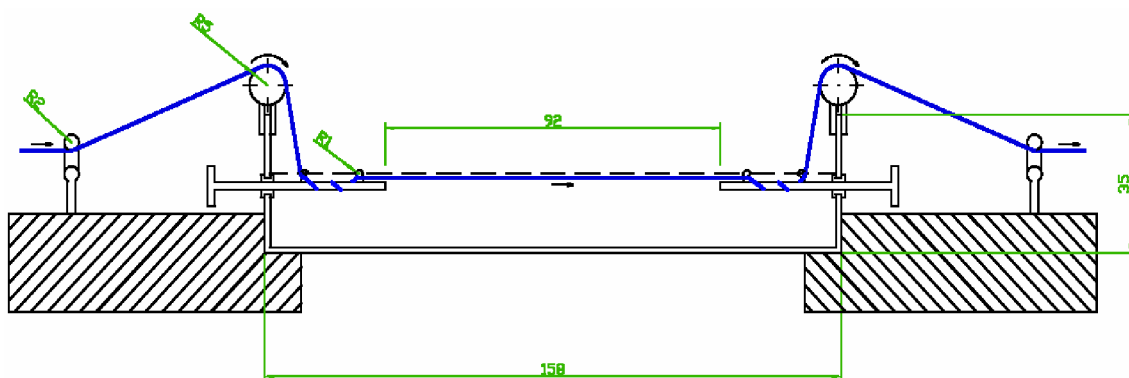
Těsnění: hydraulické gumové těsnění („o“ kroužek) s vnitřním průměrem 1,8 mm. Toto těsnění je použito na každé straně otočného ramene z vnitřní strany. Těsnění je přelepené na stěně zařízení a prochází jím otočné rameno. Pro ochranu těsnění a zabránění jeho přímého kontaktu s imerzní kapalinou je těsnění chráněno nerezovou čepičkou, která je k těsnění přilepena.

Spojovací materiály: oblast spojovacích materiálů se v průběhu konstrukce i následného testování ukázala jako velice problematická. V přípravné fázi byla testována celá řada tmelů, silikonů a lepidel. Jako chemicky odolný vůči metylsalicylátu se následně osvědčil především univerzální silikon pro sklenářské práce Silicone U od společnosti Soudal a lepidlo Universum od společnosti Universum, s.r.o..

Universální silikon byl použit pro slepení nerezových stěn zařízení se skleněným dnem. Lepidlo bylo následně použito nejen pro přilepení hydraulická těsnění na stěny zařízení, ale také pro přilepení vodících korálků na konce otočných ramen.

6.4.2.2 Výrobní postup zařízení

Na základě testů použitelných materiálů pro konstrukci zařízení bylo možné přistoupit již k samotné realizaci projektu zařízení. V této souvislosti se již na počátku vyskytl problém s realizací projektu dle obr. 28 (str. 42). Jako technicky velice problematické se ukázalo vytvoření dvou postranních kapes a středového stolu. Na základě těchto poznatků byl projekt následně dodatečně přepracován a upraven do konečné podoby, která již umožňovala i praktickou realizaci, viz obr. 29.



Obr. 29 - Konečná podoba zařízení pro pootočení příze

6.5 Testy pro následné praktické využití

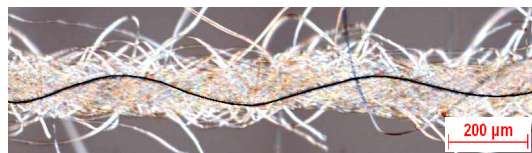
Po vytvoření zařízení bylo nezbytné provést další testy pro vytvoření metodiky pozorování značených vláken v přízi.

6.5.1 Test horního a spodního osvitu

Jako první byla testována vhodnost použití horního nebo spodního osvitu příze ve vaničce pod mikroskopem.



Obr. 30 – Spodní osvit



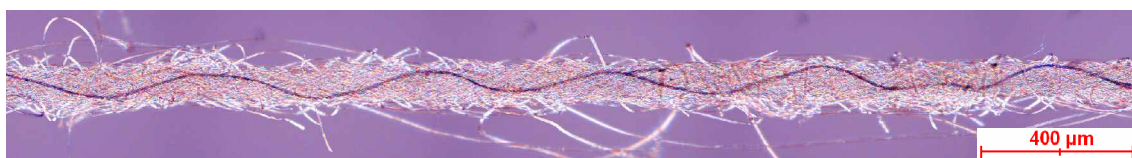
Obr. 31 – Horní osvit

Na obr. 30 je zobrazena příze se značenými vlákny v procházejícím světle (spodní osvit) a na obr. 31 příze v dopadajícím světle (horní osvit). Na základě porovnání

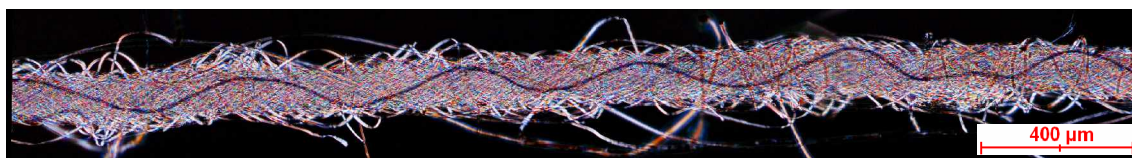
obr. 30 a 31 byla zvolena možnost horního osvitu, z důvodu lepších vizuálních výsledků a znatelnějšího kontrastu mezi značeným vláknem a tělem příze.

6.5.2 Test podkladového materiálu (barva podkladu)

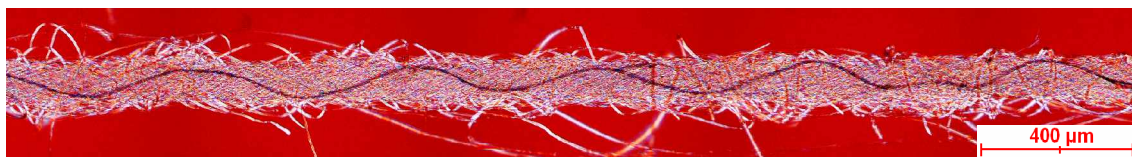
Následující testy byly provedeny se záměrem o stanovení nejvhodnějšího podkladového materiálu resp. jeho barvy. Jednalo se téměř výhradně o papírový podklad vložený pod skleněné dno vaničky, pouze v jednom případě byl použit nerezový broušený plech vložený přímo do vaničky pod pozorovanou přízi, viz obr. 32 - 38.



Obr. 32 - Bílý podklad



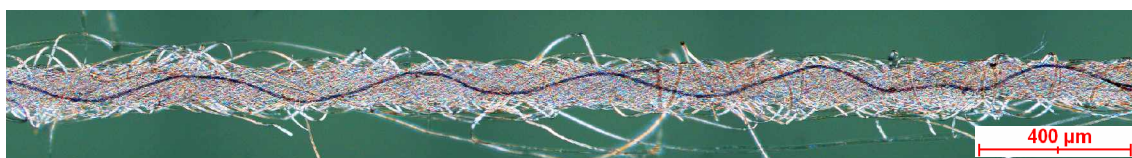
Obr. 33 - Černý podklad



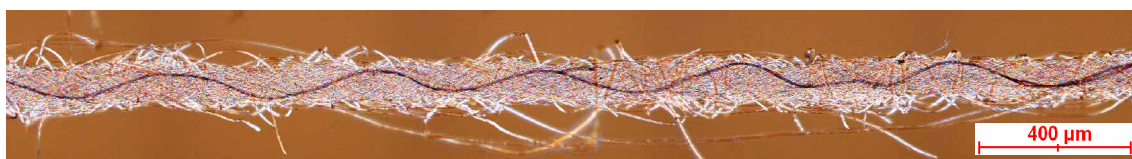
Obr. 34 - Červený podklad



Obr. 35 - Modrý podklad



Obr. 36 - Zelený podklad



Obr. 37 - Žlutý podklad



Obr. 38 - Nerezový podklad

Závěr testu: Z výše uvedených obrázků vyplývá, že bylo možné použít téměř libovolný barevný papírový podklad pro pozorování značených vláken. Nerezový broušený plech se v tomto testu příliš neosvědčil, dopadající světlo bylo od plechu odráženo zpět a tím docházelo ke snížení kontrastu značeného vlákna, viz obr. 38.

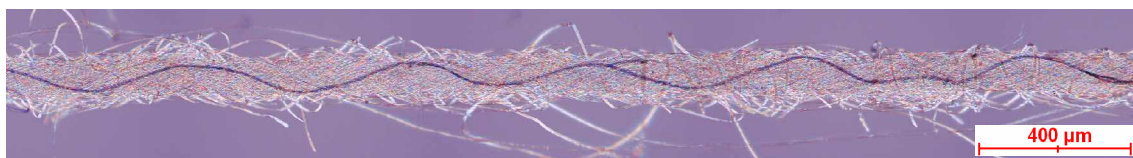
Na základě těchto testů byl pro následující pozorování zvolen bílý papírový podklad, viz obr. 32.

6.5.3 Test hladiny imerzní kapaliny

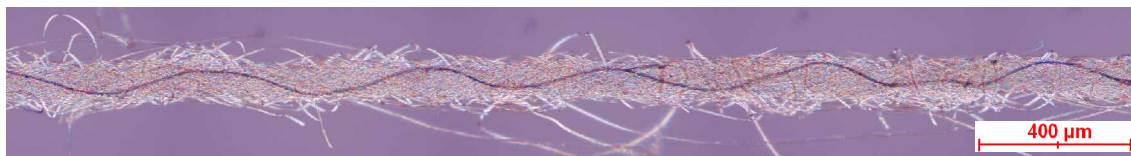
Při stanovování nejvhodnějších podmínek pro pozorování značených vláken byl testován také vliv resp. závislost kvality pozorovaného obrazu na množství imerzní kapaliny nad přízí.

V této souvislosti byly vytvořeny 2 závěry:

- V prvním případě se ukázalo jako nezbytné ponoření celého těla příze do kapaliny. Dokonce i jako nedostatečné se ukázalo ponoření příze tak, že horní část příze byla ve výšce hladiny kapaliny. Pokud příze byla ve stejné úrovni jako okolní kapalina, bylo možné značená vlákna pozorovat, ale příze nebyla stabilní a na hladině plavala, což značně komplikovalo možnost zaostření a následného automatického snímání obrazů.
- V druhém případě bylo prokázáno, že výška hladiny nad přízí již nemá v našem případě rozhodující vliv na kvalitu obrazu, viz obr. 39 a 40. První obr. 39 značeného vlákna je snímán při hladině kapaliny 1 mm na těle příze. Druhý obr. 40 téhož vlákna je snímán při hladině kapaliny 3 mm na těle příze.



Obr. 39 - Hladina kapaliny 1 mm nad tělem příze



Obr. 40 - Hladina kapaliny 3 mm nad tělem příze

Závěr testu: *V případě pozorování značených vláken je optimální výška hladiny imerzní kapaliny cca 1 mm nad tělem příze.*

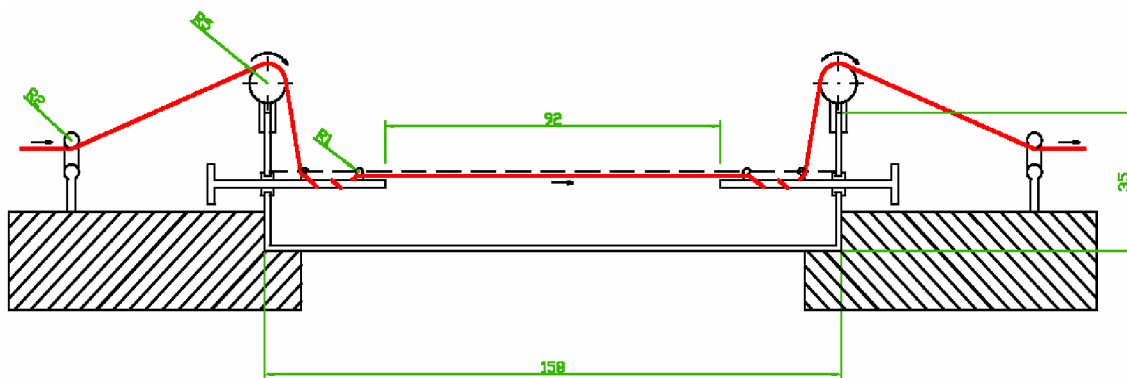
7 Metodika pro pozorování značených vláken v přízi

Tato metodika stanoví postup pozorování a měření značených vláken v přízi a jejich následné vyhodnocení s využitím software obrazové analýzy NIS Elements a MatLab.

7.1 Snímání obrazů podélných pohledů na jednoduchou přízi s obsahem značených vláken v systému obrazové analýzy NIS Elements

Postup přípravy vaničky:

1. Příze byla navedena do vaničky viz schéma na obr. 41. Příze prochází nejprve přes brzdičku, následně je vedena přes vodící očko a dvakrát obtočena kolem otočného ramene. Na konci ramene je příze protažena přes vodící korálek. Na druhé straně vaničky je navedení příze shodné, pouze v opačném pořadí.



Obr. 41 - Navedení příze do vaničky

2. Po správném navedení příze byla vanička naplněna imerzní kapalinou (metylsalicilát) do výše 1 mm pod úroveň příze.
3. Takto připravená vanička byla položena na motorizovaný stolek mikroskopu, na kterém již byl připraven bílý podkladový papír, viz obr. 42 a 43. Následovala kalibrace stolku.



Obr. 42 – Mikroskop s vaničkou



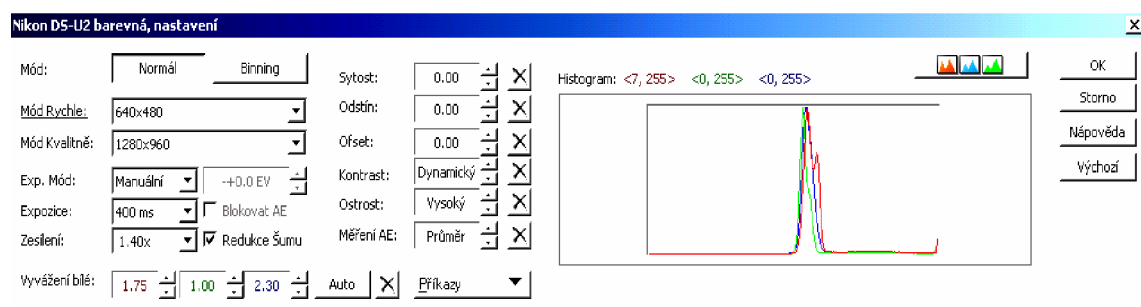
Obr. 43 – Vanička umístěná na motorizovaném stolku

- Po dokončení kalibrace stolku byla doplněna imerzní kapalina do výše 1 mm nad úrovní příže.

Postup snímání pohledů:

- Bylo zapnuto horní osvětlení a příže byla zaostřena.
- Následně bylo provedeno nastavení na kameře, viz obr. 44:

Mód:	Normál	Sytost:	0,00
Mód Rychle:	640x480	Odstín:	0,00
Mód Kvalitně:	1280x960	Ofset:	0,00
Exp. Mód:	Manuální	Kontrast:	Dynamický
Expozice:	400ms	Ostrost:	Vysoký
Zesílení:	1,40x	Měření AE:	Průměr



Obr. 44 - Nastavení kamery Nikon Digital Sight DS – 5M

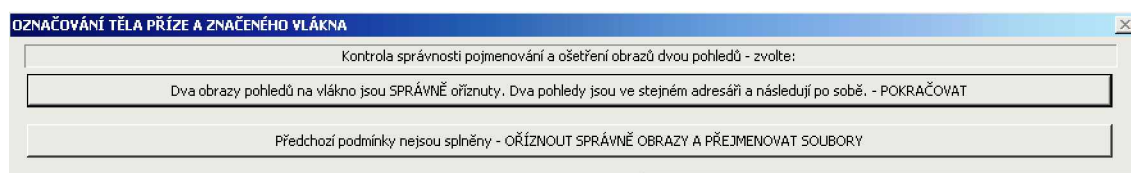
Následovalo samotné snímání sekvencí obrazů podélných pohledů na jednoduchou přízi funkcí Sekvence (Automatické snímání). Nezbytné bylo pouze dodržet správnou volbu adresáře, do kterého byly sekvence ve formátu *.jp2 nebo *.lim ukládány. Jeden

z těchto dvou formátů byl použit především pro svou schopnost zachovat si informaci o kalibraci obrazu. Jednotlivé sekvence obrazů byly ukládány jako soubory s označením telo01_1 až telo01_n pro jeden pohled, soubory s obrazy otočenými o 90° byly ukládány jako telo02_1 až telo02_n, kde n je počet vláken.

7.2 Zpracování obrazů podélných pohledů jednoduché příze s obsahem značených vláken v systému obrazové analýzy NIS Elements

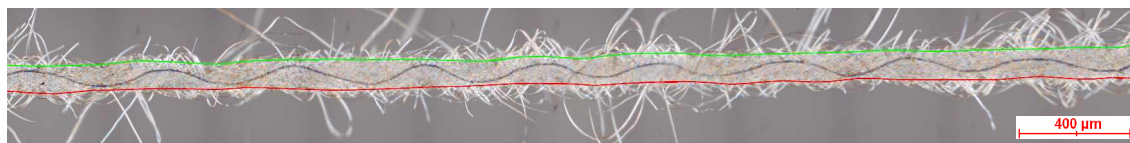
Nasnímané pohledy byly zpracovány v systému obrazové analýzy NIS Elements. Při analýze obrazů bylo použito vytvořené makro ZnacenaVlakna.mac.

1. Po spuštění makra se nejprve zobrazí kontrolní dotaz pro ověření splnění základních požadavků před zpracováním obrazů, viz obr. 45. Dva pohledy obrazů na vlákno musí být nejen správně oříznuty (mají stejný rozměr), ale musí být také uloženy ve stejném adresáři a následovat po sobě.



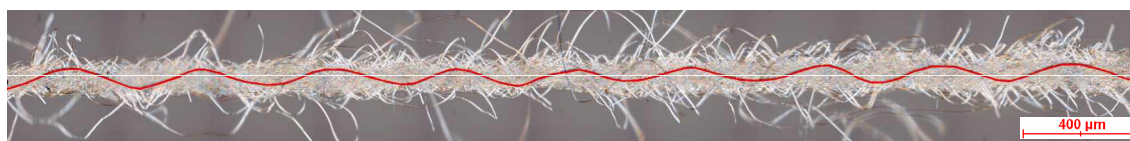
Obr. 45 - Ověření základních požadavků před zpracováním obrazu

2. Pokud jsou výše uvedené požadavky splněny, následuje zpracování obrazů. Po zobrazení obrazu podélného pohledu na přízi se nejprve subjektivně označí dvěma lomenými čarami hranice těla příze, viz obr. 46.



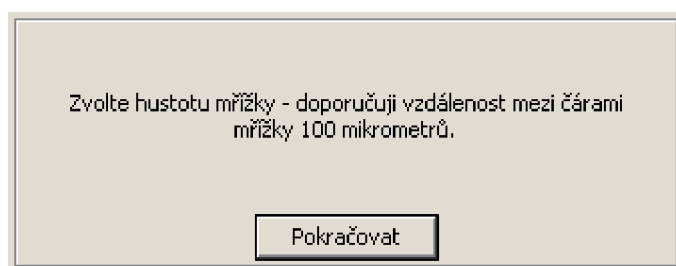
Obr. 46 - Označení hranic těla příze

3. Následuje subjektivní označení průběhu trajektorie značeného vlákna v přízi, viz obr. 47. Pro jeden pohled je zvolená červená barva průběhu trajektorie značeného vlákna, pro druhý kolmý pohled je zvolena barva zelená.

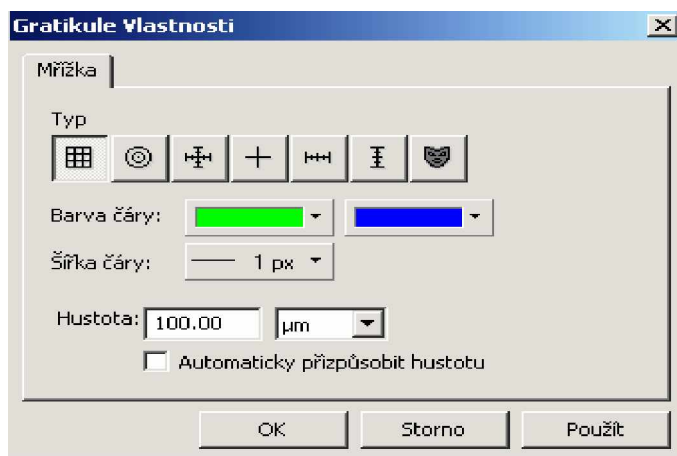


Obr. 47 - Označení průběhu značeného vlákna

4. Bod 2 a 3 je následně proveden i pro druhý podélný pohled na přízi otočený o 90°.
5. Aby bylo možné vytvořit 3D rekonstrukci značeného vlákna, dalším krokem zpracování obrazů je označení příslušných jednotlivých bodů na značeném vlákně. K tomuto účelu je použita mřížka, na základě které je možné označit jednotlivé příslušné body na obou pohledech přesně nad sebou současně. Prvním krokem je definování a nastavení hustoty mřížky, viz obr. 48 a 49.



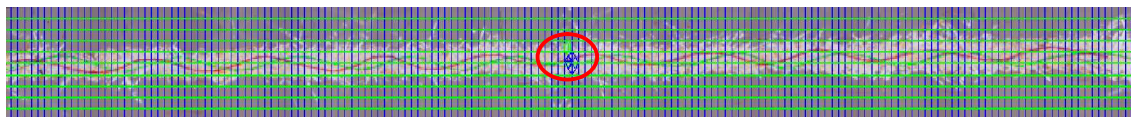
Obr. 48 - Definování hustoty mřížky



Obr. 49 - Nastavení parametrů mřížky

Hlavním parametrem mřížky je především její hustota. Vzhledem k průměru příze (cca 200-250 µm) je doporučená hustota mřížky 100 µm (tj. přibližně poloviční hodnota).

6. Po definování parametrů mřížky je nutné během 10s uchopit střed mřížky (označeno červeně) a posunout s ním tak, aby svislá čára mřížky byla zároveň s počátkem vlákna, viz obr. 50.



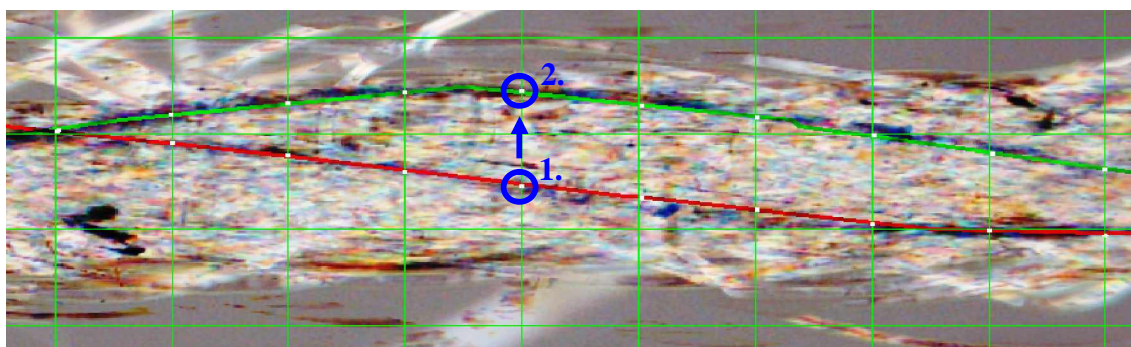
Obr. 50 - Vytvořená mřížka přes podélné pohledy na značená vlákna

7. Následujícím krokem je označování trajektorie vlákna body. Odhad počtu bodů, které budou vyznačeny na trajektorii je přibližně dán vztahem: (délka obrázku*kalibrace)/(vzdálenost mezi čarami mřížky), viz obr. 51.



Obr. 51 - Odhad počtů bodů pro označení trajektorie vlákna

8. Před označováním trajektorií vlákna body jsou dva vzájemně kolmé pohledy překryty a složeny v jeden pohled. Oba pohledy mají odlišnou barvu průběhu trajektorie značeného vlákna (viz bod 3). Bílé vyznačené body představují body, na jejichž základě bude následně provedena 3D rekonstrukce vlákna. Vždy je nutné přesně dodržet postup označování. Nejprve se označí jeden bod na červeném vlákně a následně jemu odpovídající bod na zeleném vlákně, viz obr. 52. Tímto postupem označíme celé vlákno.



Obr. 52 - Označování trajektorie vláken

Po označení obou pohledů celého vlákna získáme soubor dat, který představuje souřadnice jednotlivých bodů a tyto hodnoty jsou následně zkopírovány do textového souboru s příslušným označením vlákna např. vlakno1.txt apod..

7.3 Zpracování obrazů a dat podélných pohledů jednoduché příze s obsahem značených vláken v systému MatLab

Před zpracováním obrazů a dat v systému MatLab byly upravené obrazy a data nejprve překontrolovány. Následně byl použit pro zpracování obrazů a dat vytvořený skript v systému MatLab – ZnacenaVlakna.m.

Princip skriptu pro zpracování obrazů a dat podélných pohledů:

Jako vstupní data jsou předloženy vstupní obrazy a data získaná z obrazové analýzy.

Nejprve probíhají operace s obrazovými soubory – hranicemi těla příze. Tyto hranice těla příze jsou konvertovány z barevného obrazu přes šedý do binárního obrazu – systém 0 a 1. Translací reálných hranic těla příze jsou hranice posunuty do počátku kartézské soustavy souřadné (translací se rozumí takový pohyb tělesa, při kterém všechny body tělesa konají pohyb po stejných, pouze navzájem posunutých, trajektoriích). Takto posunuté reálné hranice těla příze jsou transformovány do válcové soustavy souřadné (transformací souřadnic nazýváme přechod od jedné soustavy souřadnic k jiné soustavě souřadnic). Z transformovaných hranic těla příze je následně vytvořeno regresní tělo příze.

Z hranic těla příze je lineární regresí vytvořena přímka, která představuje osu příze v každém pohledu. Souřadnice osy jsou dále transformovány do polárních souřadnic. Zároveň je z reálného těla příze v každém pohledu odečten poloměr příze. Při rekonstrukci 3D vizualizace značeného vlákna je vytvořen válec, jehož poloměrem je střední hodnota poloměru příze.

Následující operace již probíhají s datovými soubory. Oba pohledy, vzájemně pootočené o 90°, značeného vlákna jsou charakterizovány textovým souborem dat. Jedná se o čtyři sloupce (pro každý pohled souřadnice x a y). Tento soubor dat získaný po zpracování pohledů z obrazové analýzy je načten tímto skriptem. Jednotlivé souřadnice bodů trajektorie značeného vlákna jsou následně vzájemně spojeny ve 2D splinem a tímto způsobem je vytvořena spojitá křivka značeného vlákna ve 3D (transformace kartézské soustavy souřadné do válcové soustavy souřadné)

$$[x,y,z] \rightarrow [\varphi,r,z].$$

Proložení spline funkce není možné pro body, které netvoří funkci. Pokud není možné použití spline funkce (vlákna se smyčkami apod), je použit parametrický spline,

který může být použit pouze pro body na trajektoriích vláken mající shodnou x souřadnici a zároveň jsou od sebe stejně vzdáleny.

Pokud není splněn předpoklad pro proložení spline funkce, jsou vstupní body vláken prověřovány a je počítáno procento zastoupení vláken se smyčkami a háčky.

Celková rekonstrukce 3D pohledu jednoduché příze se značeným vláknem obsahuje spojitou, hladkou křivku značeného vlákna, osu příze aproximovanou do přímky a válec s poloměrem odpovídajícím poloměru reálné příze.

Pro každé značené vlákno je vypočten koeficient zapředení vlákna K_F - 3D (viz kapitola 3.1.3.5.1, vztah 7). Pro všechna vlákna je následně vytvořena souhrnná statistika, která je uložena do příslušného matového souboru.

Další sledovanou charakteristikou jsou směrové úhly α , β . Na každé 3D vlákno je nasazena sada mezikruží. Šířka mezikruží je konstantní a je rovna 10 μm . Tato mezikruží vytnou jednotlivé elementy vlákna a jsou pro ně vypočteny směrové úhly (viz kapitola 3.1.3.5.2, vztah 8, 9). Pro každé mezikruží je na závěr vypočtena základní statistika pro jednotlivé úhly a data jsou uložena opět do matových souborů.

Příklad: pro přízi se zákrutový koeficientem $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$, počet zpracovávaných vláken - 15

- 15krát textový soubor: vlakno1.txt \rightarrow vlakno15.txt
- 15krát upravený obraz definující tělo příze: telo01_1.jpg \rightarrow telo01_15.jpg
- 15krát upravený obraz definující tělo příze otočený o 90°: telo02_1.jpg \rightarrow telo02_15.jpg
- 1krát skript: ZnacenaVlakna.m

Takto připravené adresáře se soubory již bylo možné zpracovat v systému MatLab – skript ZnacenaVlakna.m.

Po spuštění programu se objeví rozhodovací menu, viz obr. 53.

Obr. 53 - Rozhodovací menu pro vstupní obrazy a textové soubory

Vstupní data:

1. **Jméno souboru s 1. pohledem na přízi:** telo01_
2. **Jméno souboru s 2. pohledem na přízi:** telo02_
3. **Formát obrazu (před koncovkou pište tečku):** .jpg
4. **Kalibrace:** pro $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1} \rightarrow 1,35$
 pro $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1} \rightarrow 1,35$
 pro $a = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1} \rightarrow 2,69$
5. **Jméno textového souboru s vlákny (bez koncovky):** vlakno
6. **Počet vláken:** 15

Po zadání vstupních hodnot a potvrzením tlačítkem „OK“ se spustí zpracování obrazů a dat.

7.4 Testování metodiky na 3 rotorových přízích

Na základě výše uvedeného způsobu zpracování obrazů a dat příze s obsahem značených vláken bylo zpracováno 15 obrazů příze z každé kategorie příze se zákrutovým koeficientem $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$, $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ a $a = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$.

Parametry hodnocených přízí jsou uvedeny v tab. 3.

Tabulka 3 – Parametry hodnocených přízí

JEMNOST A PŘIBLIŽNÉ HODNOTY ZÁKRUTŮ PŘÍZE						
označení příze	zákrutový koeficient [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	jemnost příze [tex]	IS [tex]	směr. odchylka [tex]	variace koef. [%]	zákrut [m ⁻¹]
1	50	30,1650	0,0134	0,9527	3,2357	516
2	60	29,2050	0,0152	1,0851	3,5668	633
3	70	29,7850	0,0138	0,9826	3,3281	729

Jemnost přízí byla určena dle normy pro zjišťování jemnosti (délkové hmotnosti) pásmovou metodou [27].

Aby bylo možné pro hodnocené příze provést porovnání průběhů úhlů β s úhlem β pro IŠM byly provedeny výpočty přibližné hodnoty zákrutů přízí z definice pro Phrixův zákrutový koeficienta dle vztahu:

$$a = ZT^{2/3}. \quad (11)$$

Přibližné hodnoty jsou uvedeny v tab. 3, viz zákrut.

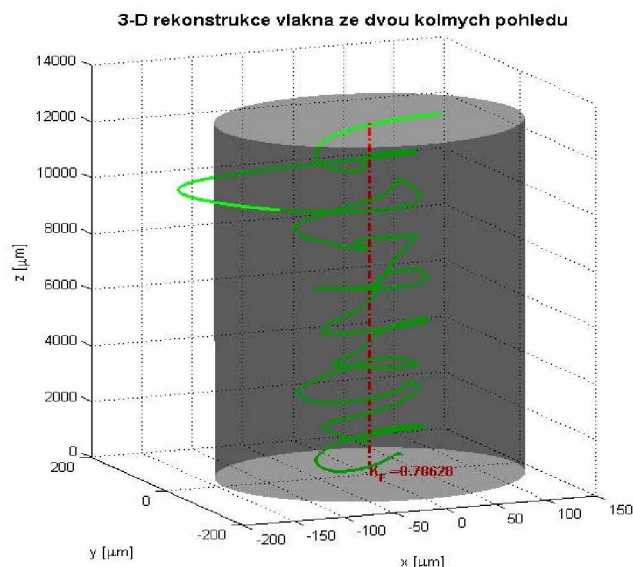
Z výše uvedených přibližných hodnot zákrutů bylo možné vypočítat hodnoty úhlů β pro jednotlivé poloměry z definice pro IŠM, viz kapitola 2.4.1 – vztah 3.

7.5 Výsledky zpracování obrazů a dat podélných pohledů jednoduché příze s obsahem značených vláken v systému MatLab

Výsledkem zpracování obrazů a dat podélných pohledů přízí v systému MatLab bylo vytvoření 3D rekonstrukce vlákna, stanovení průběhu úhlů α a β , výpočet koeficientu zapředení, poloměru příze a procentuální zastoupení vláken se smyčkami a háčky.

7.5.1 3D rekonstrukce vlákna ze dvou kolmých pohledů

Celkem bylo vytvořeno 3krát 15 3D rekonstrukcí orientace vláken v přízi, viz obr. 54 a dále Příloha č.1.

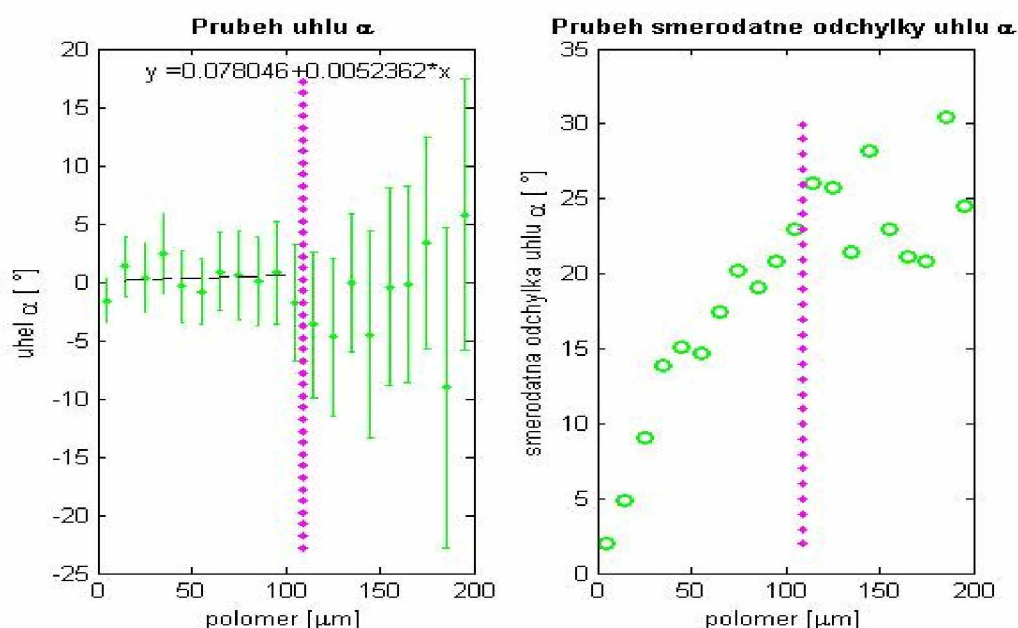


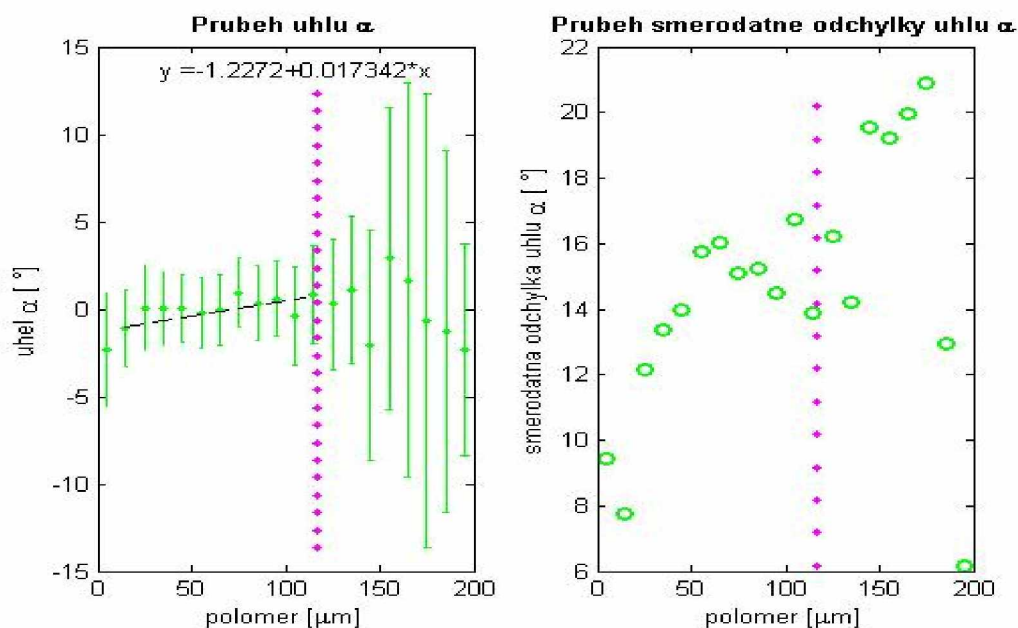
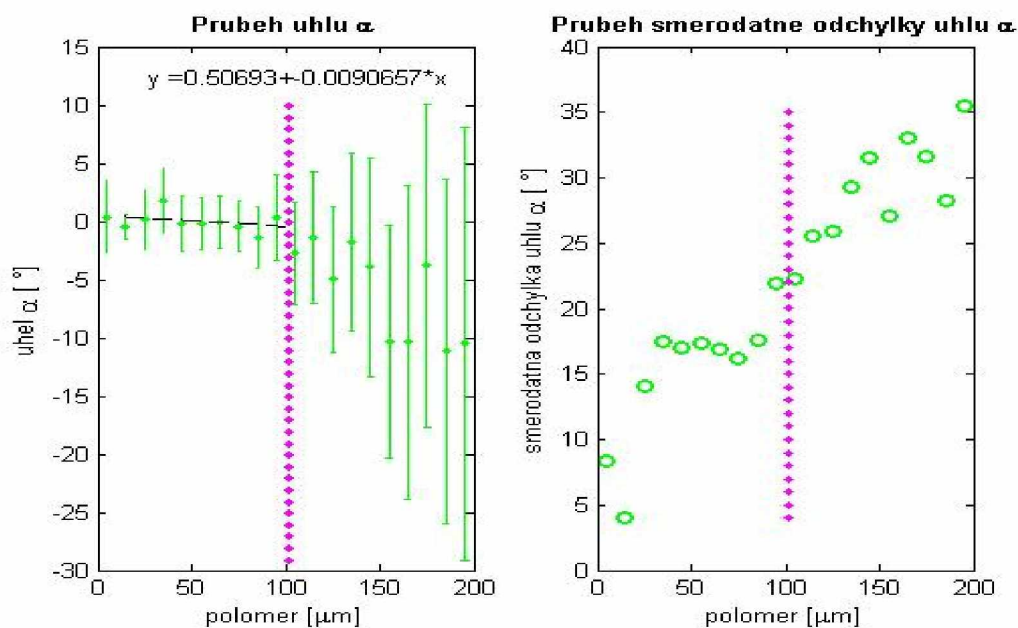
Obr. 54 - 3D rekonstrukce vlákna

Na obr. 54 je znázorněn šedý válec definující tělo příze. Červenou přerušovanou čarou je vyznačena osa příze. Zelená čára představuje rekonstrukci značeného vlákna v přízi. Tmavě zelená barva představuje vlákno orientované uvnitř příze. Pokud se vlákno objeví na povrchu nebo dokonce zcela mimo tělo příze, jeho barva je světle zelená.

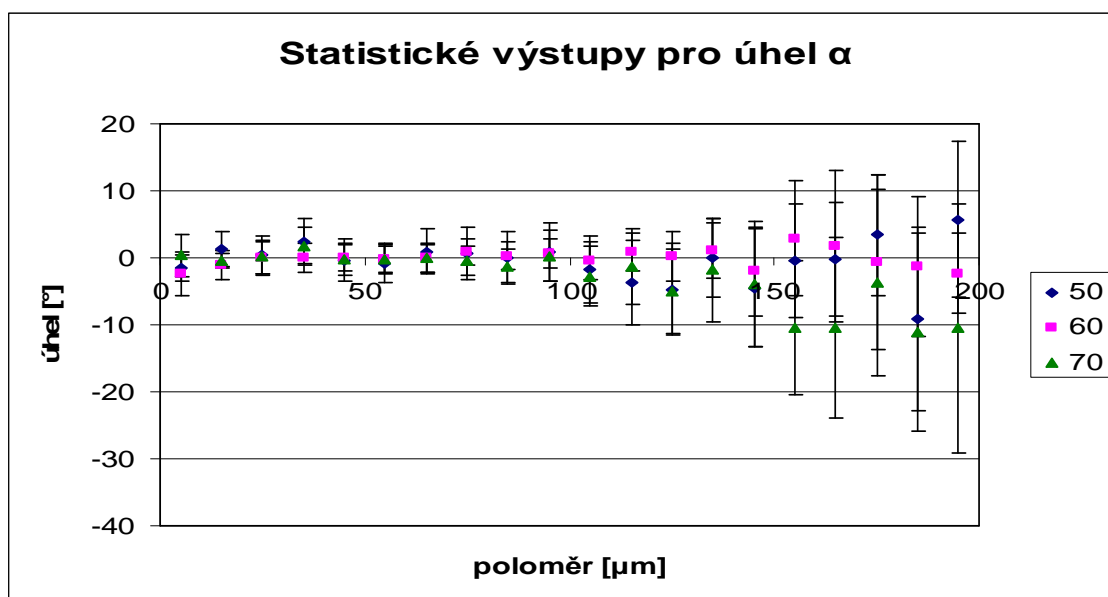
Na této rekonstrukci vlákna je patrné, že vlákno nemá zcela podobu ideálního šroubovicového modelu. Na vláknu se objevuje celá řada klíčků, smyček apod.

7.5.2 Průběh úhlu α

Obr. 55 - příze se zákrut. koef. $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$

Obr. 56 - příze se zákrut. koef. $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ Obr. 57 - příze se zákrut. koef. $a = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$

Na obr. 55 – 57 jsou zobrazeny grafy průběhů úhlů α a jim odpovídající směrodatné odchylky. Tyto průběhy jsou uvedeny pro celou sadu přízí, tj. pro příze se zákrutovým koeficientem $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$, $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ a $a = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$. Tečkovaná čára zobrazená na obr. 55 - 57 představuje poloměr jednotlivých přízí. Hodnoty zobrazené za tímto poloměrem představují úhly přiřaditelné k chlupatosti příze.

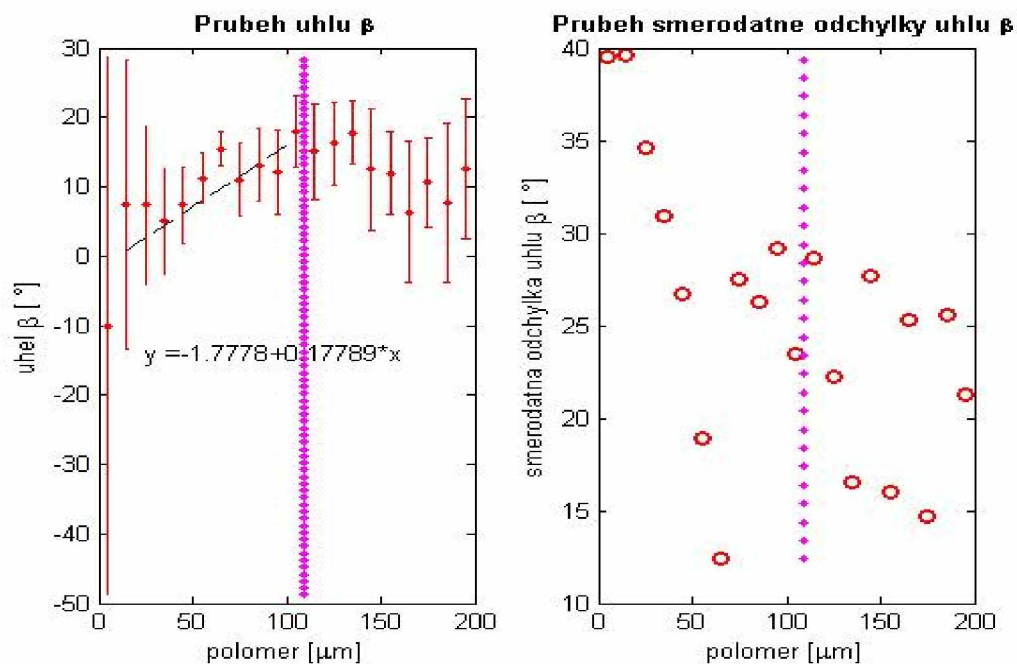
Obr. 58 – Statistické výstupy pro úhel α pro jednotlivé příze

Obr. 58 představuje grafické zobrazení vztahů mezi úhly α a poloměrem příze. Z grafu není patrná závislost mezi poloměrem příze a úhlem α . Na grafu jsou dále uvedeny průměrné hodnoty intervalu spolehlivosti IS pro jednotlivé úhly.

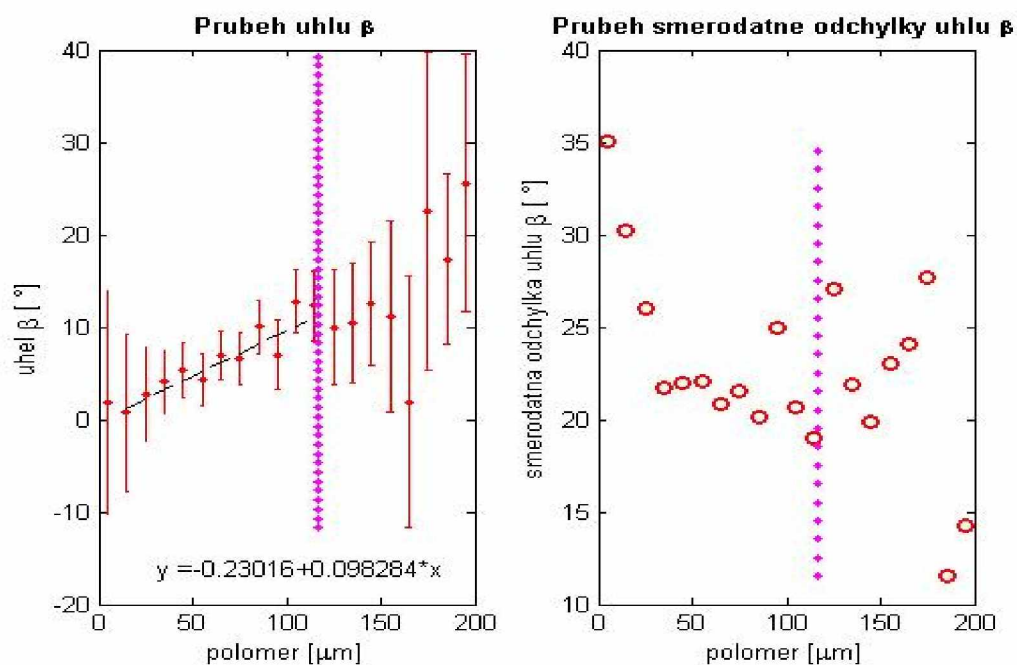
Na základě porovnání výše uvedených hodnot (viz obr. 58) s hodnotami pro IŠM (viz kapitola 2.3 – vztah 1) je možné konstatovat, že uvedené experimentální hodnoty neodpovídají hodnotám pro IŠM (i když se hodnotám přibližují) a je zde patrná radiální migrace vláken v přízi.

Vzájemným porovnáním jednotlivých přízí není možné jednoznačně určit, která příze se nejvíce přibližuje k hodnotám IŠM z důvodu překrývajících se intervalů spolehlivosti jednotlivých přízí. V této souvislosti jsou porovnávány příze pouze do poloměru $D_{\text{příze}}/2 = 105 \mu\text{m}$, aby nedocházelo ke zkreslení analýzy o chlupatost příze.

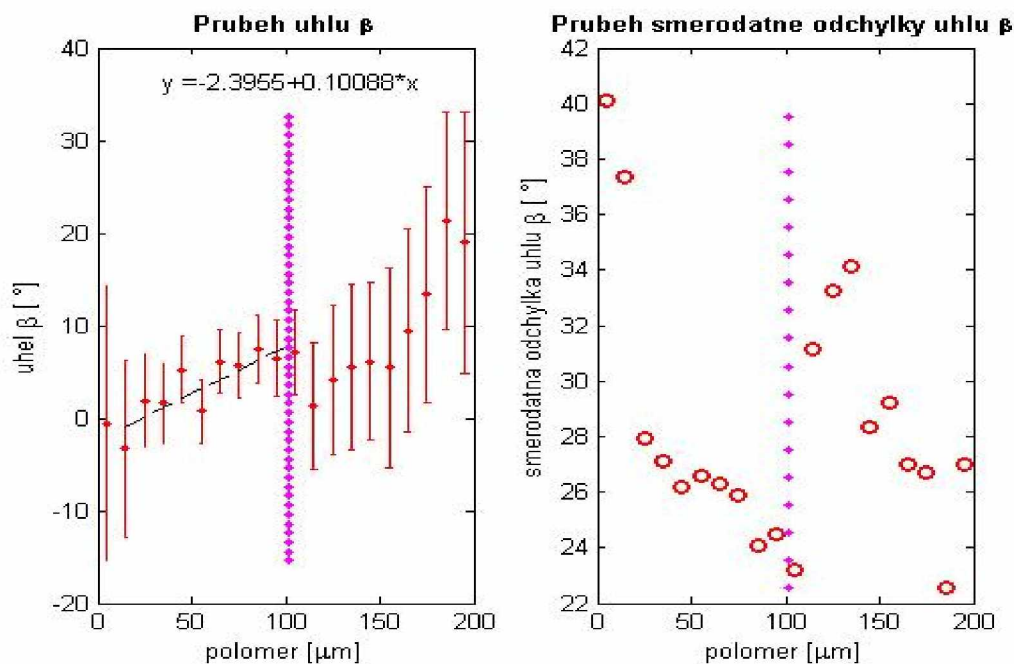
7.5.3 Průběh úhlu β



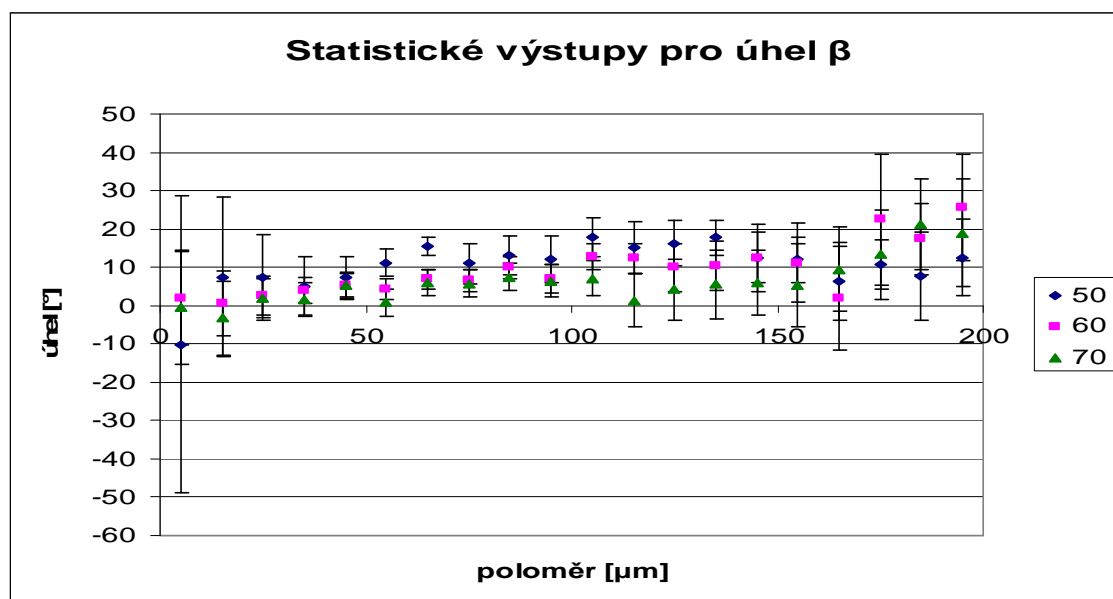
Obr. 59 - příze se zákrut. koef. $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$



Obr. 60 - příze se zákrut. koef. $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$

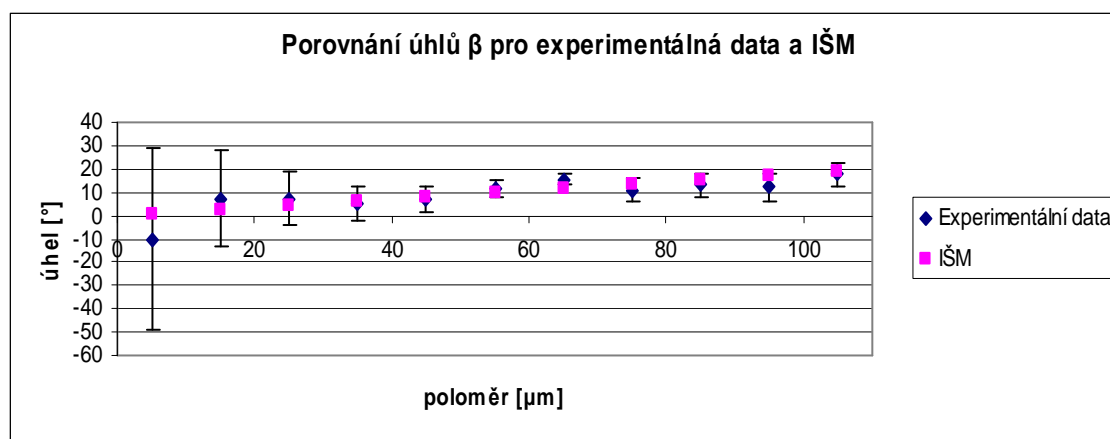
Obr. 61 - příze se zákrut. koef. $a = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$

Obr. 59 - 61 zobrazují grafy průběhů úhlů β , tj. úhlů sklonů vláken vůči ose příze a jim odpovídající směrodatné odchylky. Tyto průběhy jsou uvedeny pro celou sadu přízí. V případě úhlu β je patrné, že úhel sklonu vláken vůči ose příze má vzrůstající tendenci u všech testovaných přízí. Tečkovaná čára, zobrazená na obr. 59 – 61, představuje poloměr jednotlivých přízí. Hodnoty zobrazené za tímto poloměrem představují chlupatost příze.

Obr. 62 – Statistické výstupy pro úhel β pro jednotlivé příze

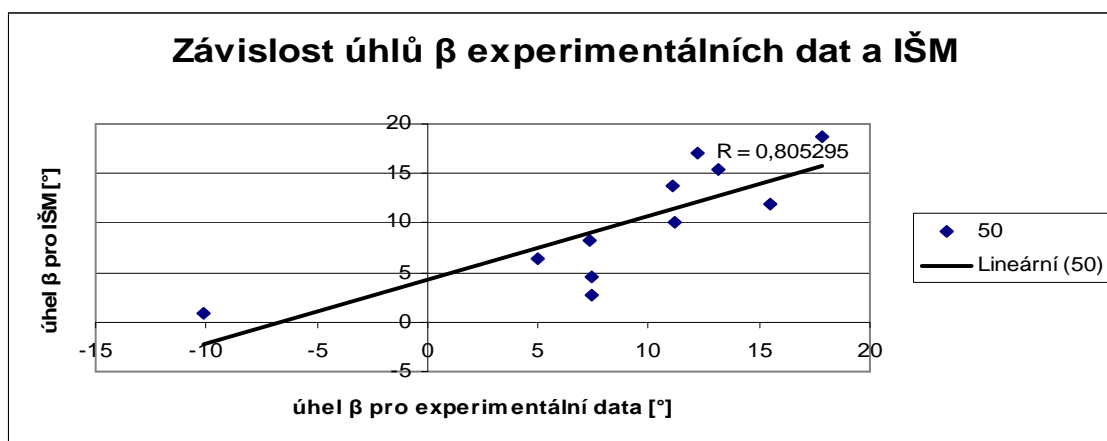
Obr. 62 představuje grafické zobrazení vztahů mezi úhly β a poloměrem příze. Z grafu již je patrná závislost mezi poloměrem příze a úhlem β . Je proto možné konstatovat, že s rostoucím poloměrem se zvětšuje i úhel sklonů vláken vůči ose příze a naopak. Aby nedocházelo ke zkreslení analýzy o chlupatost příze, jsou porovnávány příze pouze do poloměru $D_{příze}/2 = 105 \mu\text{m}$.

Pro možnost porovnání jednotlivých přízí s IŠM byly provedeny následující srovnání:



Obr. 63 – Porovnání úhlů β pro experimentální data a IŠM příze se zákrut. koef. $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$

Porovnání úhlů β experimentálních dat a IŠM je zobrazeno na obr. 63. V tomto kontextu byly porovnávány pouze úhly β do poloměru příze $D_{příze}/2 = 105 \mu\text{m}$. Vzhledem k naměřenému poloměru příze se zákrutovým koeficientem $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ cca $D_{příze}/2 = 108 \mu\text{m}$ lze takto stanovený poloměr označit jako pevná část příze. Hodnoty úhlů β jsou pro větší poloměr již zkreslené především chlupatostí příze popř. ovinky. Z obr. 63 jsou znatelné hodnoty úhlů β IŠM ležící v intervalech spolehlivosti experimentálních dat. Na základě této skutečnosti je možné konstatovat, že úhly β experimentálních dat mají podobný charakter jako úhel β pro IŠM.



Obr. 64 – Korelace experimentálních dat a IŠM příze se zákrut. koef. $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$

Na obr. 64 je znázorněn vzájemný vztah úhlů β experimentálních dat a IŠM. Aby nebyl korelační koeficient R úhlů β experimentálních dat a IŠM zkreslen chlupatostí příze popř. ovinky, byly použity opět hodnoty úhlů β do poloměru příze $D_{\text{příze}}/2 = 105 \text{ } \mu\text{m}$. Z uvedené hodnoty korelačního koeficientu $R = 0,805295$ je možné usuzovat poměrně silnou závislost mezi těmito úhly.

Pro podporu výše uvedené analýzy byla následně provedena podrobná analýza dvou datových souborů (výběrů). Modul poskytuje dva postupy analýzy:

- Ø párové porovnání dvou výběrů
- Ø porovnání dvou nezávislých výběrů.

Princip párového porovnání dvou výběrů:

Párové porovnání analyzuje jeden a týž soubor měřený dvakrát za dvou různých podmínek a tím získáme dvojici proměnných x , y . Cílem je rozhodnout, zda tyto podmínky ovlivňují měřenou hodnotu. Při tom se především posuzuje, zda střední hodnota rozdílu první a druhé proměnné $E(x - y)$ je statisticky odlišná od nuly. Oba soubory musí mít stejný počet dat a nesmí se zaměnit pořadí.

Závěr párového porovnání dvou výběrů:

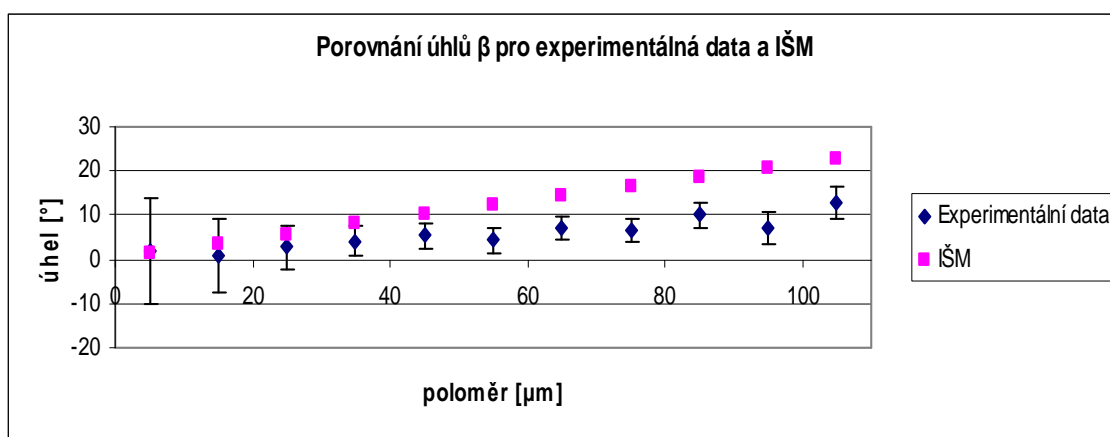
Z výsledků párového porovnání úhlů β pro IŠM a experimentálních dat příze se zákrutovým koeficientem $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ bylo zjištěno, že rozdíly jsou nevýznamné a tedy úhly β experimentálních dat příze odpovídají úhlům β pro IŠM.

Princip porovnání dvou nezávislých výběrů:

Nezávislé výběry x , y jsou obecně různě veliké a mezi jednotlivými čísly v jednom a druhém výběru není souvislost. Pořadí prvků obou výběrů lze libovolně zaměnit bez ztráty informace. Hlavním cílem analýzy je rozhodnout, zda se liší střední hodnoty $E(x)$ a $E(y)$ obou výběrů.

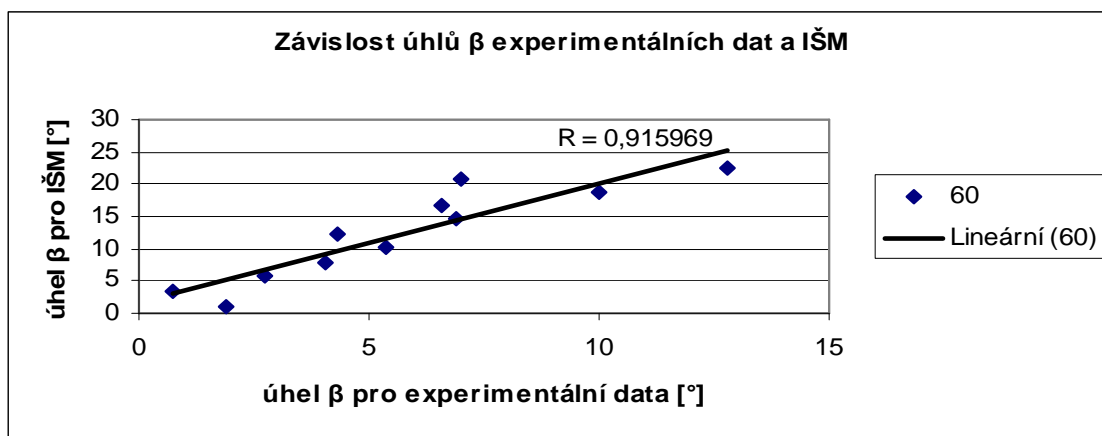
Závěr porovnání dvou nezávislých výběrů:

Z výsledků porovnání dvou nezávislých výběrů - úhlů β pro IŠM a experimentálních dat příze se zákrutovým koeficientem $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ bylo zjištěno, že mezi výběry úhlů je významná korelace, rozptyly i průměry rozptylů jsou shodné a na základě testu shody rozdělení bylo zjištěno, že rozdělení jsou shodná. Na základě těchto výsledků je možné konstatovat, že úhly β experimentálních dat příze odpovídají úhlům β pro IŠM.



Obr. 65 – Porovnání úhlů β pro experimentální data a IŠM příze se zákrut. koef. $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$

Na obr. 65 je zobrazeno porovnání úhlů β experimentálních dat a IŠM. V této souvislosti byly porovnávány pouze úhly β do poloměru příze $D_{\text{příze}}/2 = 105 \text{ μm}$. Vzhledem k naměřenému poloměru příze se zákrutovým koeficientem $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ cca $D_{\text{příze}}/2 = 117 \text{ μm}$ lze takto stanovený poloměr označit opět jako pevná část těla příze. Z obr. 65 jsou znatelné hodnoty úhlů β IŠM ležící převážně mimo intervaly spolehlivosti experimentálních dat. Na základě této skutečnosti je možné konstatovat, že experimentální data neodpovídají hodnotám pro IŠM. Přesto úhel β experimentálních dat má podobnou vzestupnou tendenci jako úhel β pro IŠM.



Obr. 66 – Korelace experimentálních dat a IŠM příze se zákrut. koef. $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$

Vzájemný vztah úhlů β experimentálních dat a IŠM je znázorněn na obr. 66. Aby nebyl korelační koeficient R úhlů β experimentálních dat a IŠM zkreslen chlupatostí příze popř. ovinky, byly použity opět hodnoty úhlů β do poloměru příze $D_{\text{příze}}/2 = 105 \text{ } \mu\text{m}$. Z uvedené hodnoty korelačního koeficientu $R = 0,915969$ by bylo možné usuzovat silnou závislost mezi těmito úhly, ale je nutné zdůraznit, že hodnoty experimentálních dat mají jiné hodnoty.

Pro podporu výše uvedené analýzy byla provedena podrobná analýza:

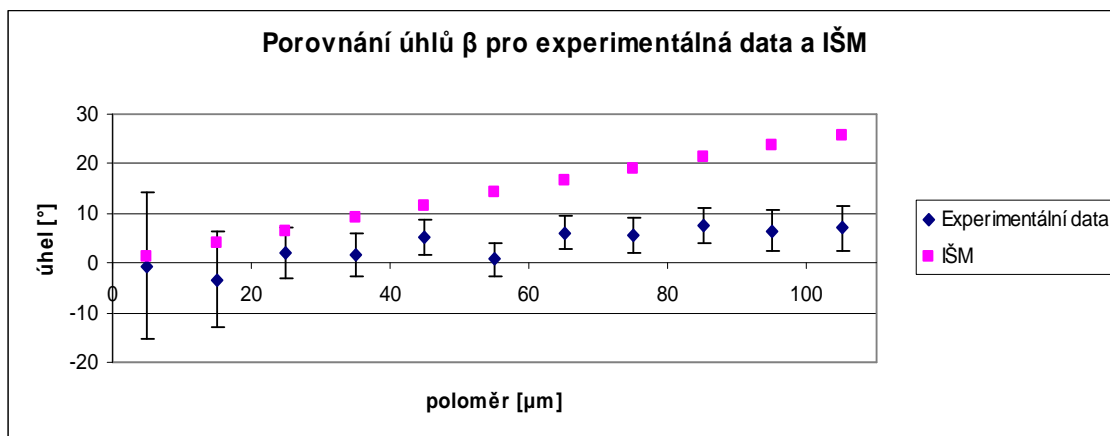
- Ø párové porovnání dvou výběrů
- Ø porovnání dvou nezávislých výběrů.

Závěr párového porovnání dvou výběrů:

Z výsledků párového porovnání úhlů β pro IŠM a experimentálních dat příze se zákrutovým koeficientem $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ bylo zjištěno, že rozdíly jsou významné a tedy úhly β experimentálních dat příze neodpovídají úhlům β pro IŠM.

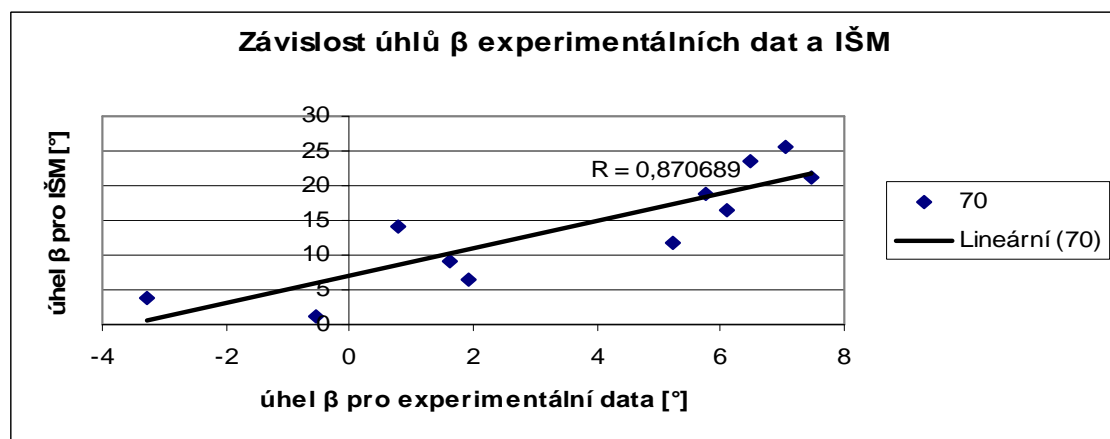
Závěr porovnání dvou nezávislých výběrů:

Z výsledků porovnání dvou nezávislých výběrů - úhlů β pro IŠM a experimentálních dat příze se zákrutovým koeficientem $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ bylo zjištěno, že mezi výběry úhlů je sice významná korelace, ale rozptyly i průměry rozptylů jsou rozdílné. Testem shody rozdělení bylo zjištěno, že rozdělení jsou shodná. Na základě těchto výsledků je možné konstatovat, že úhly β experimentálních dat příze nepovídají úhlům β pro IŠM, nicméně mají podobnou vzestupnou tendenci jako úhly β pro IŠM.



Obr. 67 – Porovnání úhlů β pro experimentální data a IŠM příze se zákrut. koef. $a = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$

Porovnání úhlů β experimentálních dat a IŠM je zobrazeno na obr. 67. Shodně jako pro předchozí příze byly porovnávány pouze úhly β do poloměru příze $D_{\text{příze}}/2 = 105 \text{ μm}$. Vzhledem k naměřenému poloměru příze se zákrutovým koeficientem $a = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ cca $D_{\text{příze}}/2 = 101 \text{ μm}$ lze takto stanovený poloměr označit jako pevná část těla příze. Z obr. 67 jsou znatelné hodnoty úhlů β IŠM ležící převážně mimo hranice intervalů spolehlivosti experimentálních dat. V tomto případě je možné konstatovat, že experimentální data neodpovídají hodnotám pro IŠM. Přesto úhel β experimentálních dat má podobnou vzestupnou tendenci jako úhel β pro IŠM.



Obr. 68 – Korelace experimentálních dat a IŠM příze se zákrut. koef. $a = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$

Na obr. 68 je znázorněn vzájemný vztah úhlů β experimentálních dat a IŠM. Pro maximální přesnost korelačního koeficientu R úhlů β experimentálních dat a IŠM byly použity opět hodnoty úhlů β do poloměru příze $D_{\text{příze}}/2 = 105 \text{ μm}$. Z uvedené hodnoty korelačního koeficientu $R = 0,870689$ je možné usuzovat silnou závislost mezi těmito úhly, nicméně je nutné zdůraznit, že hodnoty experimentálních dat mají jiné hodnoty.

Pro podporu výše uvedené analýzy byla provedena podrobná analýza:

- Ø párové porovnání dvou výběrů
- Ø porovnání dvou nezávislých výběrů.

Závěr párového porovnání dvou výběrů:

Z výsledků párového porovnání úhlů β pro IŠM a experimentálních dat příze se zákrutovým koeficientem $a = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ bylo zjištěno, že rozdíly jsou významné a tedy úhly β experimentálních dat příze neodpovídají úhlům β pro IŠM.

Závěr porovnání dvou nezávislých výběrů:

Z výsledků porovnání dvou nezávislých výběrů - úhlů β pro IŠM a experimentálních dat příze se zákrutovým koeficientem $a = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ bylo zjištěno, že mezi výběry úhlů je sice významná korelace, ale rozptyly i průměry rozptylů jsou rozdílné. Testem shody rozdělení bylo zjištěno, že rozdělení jsou rozdílná. Na základě těchto výsledků je možné konstatovat, že úhly β experimentálních dat příze nepovídají úhlům β pro IŠM, nicméně mají podobnou vzestupnou tendenci jako úhly β pro IŠM.

7.5.4 Zhodnocení charakteristických úhlů α a β pro sadu přízí

Z výsledků analýzy (viz kapitola 7.5.3) pro charakteristický úhel α , představující úhel odklonu od (k) ose příze, lze konstatovat, že uvedené experimentální hodnoty zcela neodpovídají hodnotám pro IŠM a je zde patrná radiální migrace vláken v přízi.

Vzájemným porovnáním jednotlivých přízí není možné jednoznačně určit, která příze se nejvíce přibližuje k hodnotám IŠM vzhledem k tomu, že hodnoty intervalu spolehlivosti IS pro jednotlivé úhly se vzájemně překrývají.

Pro charakteristický úhel β , představující úhel sklonu vláken vůči ose příze, lze konstatovat, že z uvedených experimentálních hodnot nejvíce odpovídá hodnotám úhlů β pro IŠM pouze příze se zákrutovým koeficientem $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$. Příze se zákrutovým koeficientem $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ a $a = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ se svými hodnotami úhlů β odlišují tak významně, že zcela neodpovídají hodnotám úhlů β pro IŠM. Tyto příze však mají alespoň podobně vzestupnou tendenci hodnot úhlů β jako úhly β pro IŠM. V tomto případě můžeme hovořit o zákrutové migraci výše uvedených přízí.

7.5.5 Statistické výstupy pro koeficient zapředení

Pro každé značené vlákno je vypočten koeficient zapředení vlákna K_F - 3D (viz kapitola 3.1.3.5.1 – vztah 7). Pro všechna vlákna je následně vytvořena souhrnná statistika, viz tab. 4. Princip výpočtu je daný podílem délky osy příze od kterého jsou odečteny úseky kde je vlákno mimo tělo příze k celkové délce vlákna, podrobněji viz kapitola 3.1.3.5.1.

Tabulka 4 – Statistické výsledky pro koeficient zapředení

STATISTICKÉ VÝSLEDKY PRO KOEFICIENT ZAPŘEDENÍ								
označení příze	zákrutový koeficient $[\text{ktx}^{2/3} \text{ m}^{-1}]$	odhad střední hodnoty [-]	odhad směrodatné odchylky [-]	variační koeficient [%]	medián [-]	modus [-]	minimální hodnota [-]	maximální hodnota [-]
1	50	0,6083	0,1620	26,6270	0,6287	0,6433	0,3604	0,8547
2	60	0,7381	0,0998	13,5179	0,7389	0,7566	0,4574	0,9147
3	70	0,6589	0,1494	22,6703	0,6845	0,6921	0,4120	0,9182

Zdvojené konce, uzlíky, kličky, smyčky i prosté zešíkmení snižující míru využití vlákna v přízi se nejvíce projeví u příze se zákrutovým koeficientem $a = 50 \text{ ktx}^{2/3} \text{ m}^{-1}$, odhad střední hodnoty $K_F = 0,6083$. Pro přízi se zákrutovým koeficientem $a = 70 \text{ ktx}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ je odhad střední hodnoty $K_F = 0,6589$. Nejvyšší hodnoty koeficientu zapředení bylo dosaženo u příze se zákrutovým koeficientem $a = 60 \text{ ktx}^{2/3} \text{ m}^{-1}$, odhad střední hodnoty $K_F = 0,7381$.

Z výše uvedených hodnot koeficientu zapředení není patrná závislost na zákrutovém koeficientu.

Tyto výsledky byly následně porovnány se závěry J. Kašpárka a P. Ursíny [28] a bylo zjištěno, že výše uvedené hodnoty koeficientu zapředení jsou typické především pro mykané prstencově dopřádané příze. Pro námi použité rotorové příze je možné tyto dosažené hodnoty považovat za velice dobré.

7.5.6 Statistické výstupy pro poloměr příze

Na základě výsledků zpracování subjektivního odhadu poloměru jednoduché příze byly tyto hodnoty přetransformovány na odhad průměru jednoduché příze, viz tab. 5.

Tabulka 5 – Statistické výsledky poloměru příze

STATISTICKÉ VÝSLEDKY PRO POLOMĚR PŘÍZE						
označení příze	zákrutový koeficient [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	poloměr příze [μm]	průměr příze [μm]	směr. odchylka [μm]	variace koef. [%]	IS [μm]
1	50	108,6530	217,3060	21,5723	19,8543	0,0822
2	60	117,1867	234,3730	20,3314	17,3496	0,0572
3	70	101,9578	203,9156	14,8779	14,5922	0,0698

Příze č.1 se zákrutovým koeficientem $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ má průměr $D_{\text{příze}} = 217,306 \text{ μm}$, příze č. 2 se zákrutovým koeficientem $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ má průměr $D_{\text{příze}} = 234,373 \text{ μm}$ a příze č. 3 se zákrutovým koeficientem $a = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ má průměr $D_{\text{příze}} = 203,9156 \text{ μm}$. Závislost mezi zákrutovým koeficientem a poloměrem příze v tomto případě nebyla potvrzena, nicméně je nezbytné uvažovat nejen malé rozdíly mezi zákrutovými koeficienty, ale také znatelný vliv lidského faktoru při označování hranic těla příze. Z tohoto důvodu mohou být výsledky subjektivního odhadu průměru příze značně zkreslené a nepřesné.

7.5.7 Zastoupení vláken se smyčkami a háčky

Princip zjišťování zastoupení vláken se smyčkami a háčky je pomocí hledání možnosti vytvořit klasický spline či nikoli. Pokud půjde spline vytvořit, vlákno neobsahuje žádné smyčky ani háčky. V opačném případě je toto vlákno počítáno jako vlákno se smyčkami a háčky a je započítáno do procentuálního zastoupení těchto vláken.

Tabulka 6 - Procento zastoupení vláken se smyčkami a háčky

Procento zastoupení vláken se smyčkami a háčky		
označení příze	zákrutový koeficient [ktex ^{2/3} m ⁻¹]	zastoupení vláken [%]
1	50	37,5
2	60	6,6667
3	70	20,0

Tab. 6 uvádí procentuelní zastoupení vláken s nejrůznějšími smyčkami, kličkami, háčky apod. Největší zastoupení těchto vláken se objevilo v přízi se zákrutovým koeficientem $a = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ a to 37,5 %. Naopak nejmenší výskyt těchto vláken byl zaznamenán u příze se zákrutovým koeficientem $a = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$ a to 6,67 %.

Z výše uvedených hodnot procentuálního zastoupení vláken s nejrůznějšími smyčkami, kličkami, háčky apod. není patrná žádná závislost na zákrutovém koeficientu.

8 Závěr

Nejvýznamnějším faktorem laboratorního pojetí pozorování značených vláken v přízi je především jeho následná aplikace v praxi. Při současné „konkurenci“ jiných známých metodik je nezbytné, aby dosahovala alespoň stejně kvalitních výsledků a především aby vedla k urychlení a usnadnění laboratorních postupů a přinášela ucelený reálný pohled na uspořádání vláken v přízi.

Navrhovaná metodika pozorování značených vláken v přízi vychází principiálně již ze známé metody, nicméně nová modifikace pozorování a laboratorního přístupu přináší nové možnosti pozorování reálného uspořádání vláken v přízi ve 3D zobrazení a zároveň plně splňuje základní požadavky na jednoduchost, efektivnost a rychlost nejen prováděných měření, ale také následného vyhodnocení výstupů.

Navrhovaná metodika je prezentována v experimentální části ve třech základních oblastech, které se zabývají:

- Hlavní myšlenkou značených vláken a s ní související postupy. V této části je především řešena problematika testování imerzních kapalin, barvení viskózních vláken a jejich následné zapředení. Další část přináší návrhy a postupy realizace vaničky s otočnou mechanikou a její následné testování pro praktické využití.
- Metodikou pro pozorování značených vláken v přízi. Tato kapitola popisuje snímání a zpracování obrazů podélných pohledů jednoduché příze s obsahem značených vláken v systému obrazové analýzy.
- Následně je popsán princip zpracování výstupů obrazové analýzy v systému MatLab a v závěru jsou prezentovány výsledky tohoto zpracování pro sadu přízí.

Problematika pozorování značených vláken v přízi a především její nová navrhovaná metodika není zcela jistě na svém konci a již v současné době se ukazuje, že je velice vhodná pro analýzu směrového uspořádání vláken v přízi především pro svou jednoduchost, efektivnost a rychlost nejen prováděných měření, ale také vyhodnocení výstupů. Další vývoj v této oblasti, především eliminace subjektivních zásahů při vyhodnocování a jejich nahrazení objektivními postupy, povedou zcela nepochybně ještě k většímu zvýšení efektivnosti této metody.

Literatura

- [1] Neckář, B.: Příze – tvorba, struktura, vlastnosti, SNTL, Praha, 1990
- [2] Kašpárek, J.: Comparison of internal structures of carded, combed and breakspun cotton yarns. In: SIRTEC 1969. Paris, Ins. text. de France, s. 249
- [3] Rohlena, V. et al.: Bezvřetenové předení. Praha 1974.
- [4] Goswami, B. C. - Martindale, J. G. – Sardino, F. L.: Textile Yarns. New York, London, Sydney, Toronto 1977.
- [5] Hearle, J. W. S.: Struktura, vlastnosti a použití vlákna. In: Struktura a geometrie textilií. [Interní publikace překladů.] SVÚT, Liberec 1964, s. 7.
- [6] ČSN 80 0001 – Textilie - Třídění a základní názvy, 1974
- [7] Neckář, B.: Struktura příze a její význam pro textilní výrobu. In.: Struktura a vlastnosti. Liberec 1981, s. 37.
- [8] Morton, W. E., Text. Res. J., 26, 1956, s. 325.
- [9] Grishanov, S. A., Harwood, R. J., Bradshaw, M. S.: A Model of Fiber Migration in Staple-fiber Yarn, Part I., No. 3, Jornal of Textile Institute, 1999
- [10] Hearlr, J. W. S., Gupta, B. S., Merchant, V. B.: Migration of Fibers in Yarns, Part I.: Characterization and Idealization of Migration Behavior, Textile Research Journal, 1956
- [11] El-Behery, H. M.: Study of Theories of Fiber Migration – Need for More Fundamental Approach and Further Studies, Textile Research Journal, vol. 38, No. 4, 1968
- [12] Riding, G. J.: J. Text. Inst., 55, 1964, s. T 9.
- [13] Vyšanská, M.: Disertační práce – Metoda šikmých řezů, 2007
- [14] Morton, W. E. – Summers, R. J., J. Text. Inst., 40, 1949, s. P 106.
- [15] http://cs.wikipedia.org/wiki/Imerzn%C3%AD_tekutina
- [16] <http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/imerze-imerse>
- [17] http://cs.wikipedia.org/wiki/Lom_sv%C4%Btla
- [18] Neckář, B. – Dušek, Z. – Kovářová, A.: Morfologická diagnostika textilních útvarů. [Výbor z výzk. prací, sv.4.] SVÚT Liberec 1980.

- [19] Desplementere, F., Lomov, S. V., Woerdeman, D. L., Verpoest, L., Wevers, M.: Geometrical Characterization of 3-D Warp-interlaced Fabric, downloaded from:
www.mtm.kuleuven.ac.be/Research/C2/poly/index.htm
- [20] Stejskal, A. – Kašpárek, J.: Pat. ČSSR 117179.
- [21] Stejskal, A.: Jemná Mech. Opt., 13, 1968, s. 377.
- [22] Hongwei, Z., Dongsheng, Ch., Yabo, W.: Textile research Journal, Nov 2003, 73, 11, ProQuest Science Journals pg. 945
- [23] Hearle, J. W. S and Bose, O. N.: Textile Res. J. 35, 885, Oct 1965
- [24] http://cs.wikipedia.org/wiki/Visk%C3%B3zita_vl%C3%A1kna
- [25] http://www.cirfs.org/frames_03_02.htm
- [26] Šrámek, J.: Barvení textilií, SNTL, Praha, 1985
- [27] ČSN EN ISO 2060, 80 0702 - Textilie - Nítě na návinech - Zjišťování jemnosti (délkové hmotnosti) pásmovou metodou, 1996
- [28] Kašpárek, J. – Ursíny, P.: Textil, 32, 1977, s.42

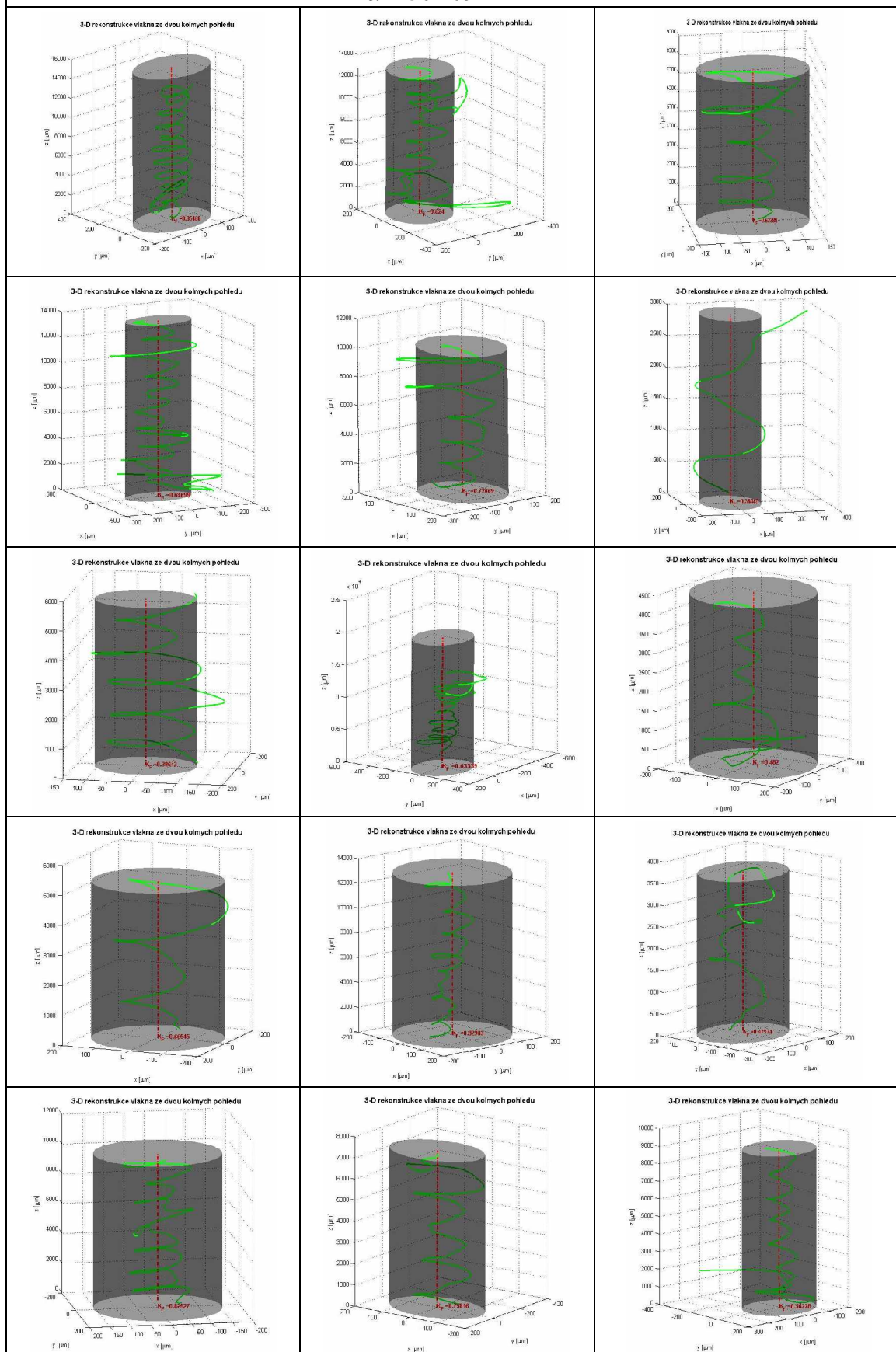
PŘÍLOHY

Příloha 1

3D rekonstrukce značeného vlákna v přízi

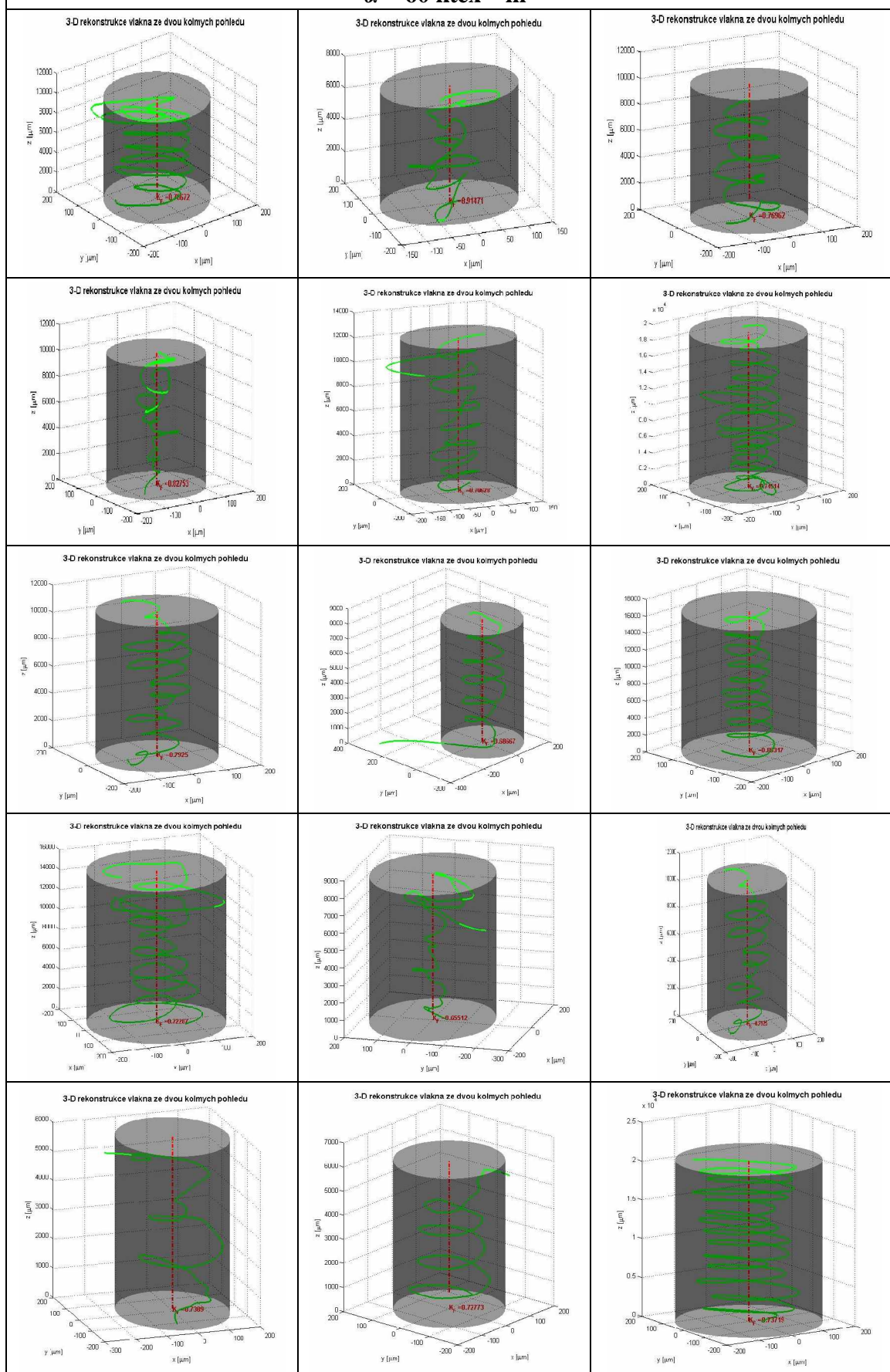
3D rekonstrukce značeného vlákna v přízi

$\alpha = 50 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$



3-D rekonstrukce značeného vlákna v přízi

$$\alpha = 60 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$$



3D rekonstrukce značeného vlákna v přízi

$\alpha = 70 \text{ ktex}^{2/3} \text{ m}^{-1}$

